



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    1 月 3 0 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 2 2 2 5 4  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 3 - 0 2 2 2 5 4 ]

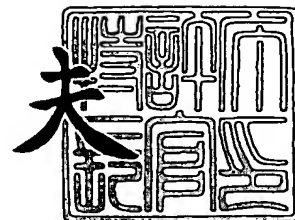
出      願      人                      株 式 会 社 リ コ ー  
Applicant(s):



2 0 0 3 年    9 月 2 4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 8 2 3 9

【書類名】 特許願

【整理番号】 0209218

【提出日】 平成15年 1月30日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 15/20  
G02B 13/18

【発明の名称】 ズームレンズおよびカメラ装置

【請求項の数】 16

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号・株式会社リコー内

【氏名】 大橋 和泰

【特許出願人】

【識別番号】 000006747

【氏名又は名称】 株式会社リコー

【代理人】

【識別番号】 100067873

【弁理士】

【氏名又は名称】 樺山 亨

【選任した代理人】

【識別番号】 100090103

【弁理士】

【氏名又は名称】 本多 章悟

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014258

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809112

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ズームレンズおよびカメラ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、負の焦点距離を持つ第 1 群、正の焦点距離を持つ第 2 群、正の焦点距離を持つ第 3 群を配し、第 2 群の物体側に第 2 群と一体に移動する絞りを有してなり、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、第 1 群と第 2 群の間隔が小さくなり、第 2 群と第 3 群の間隔が大きくなるように、少なくとも第 1 群と第 2 群が移動するズームレンズであって、

第 1 群が物体側から順に、少なくとも 1 枚の像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、両凸レンズ、この両凸レンズに接合された両凹レンズを有することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

請求項 1 記載のズームレンズにおいて、

第 1 群が、物体側から順に、像側に凹面を向けた第 1 の負メニスカスレンズ、像側に凹面を向けた第 2 の負メニスカスレンズ、両凸レンズ、この両凸レンズに接合された両凹レンズを有することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 3】

請求項 2 記載のズームレンズにおいて、

第 1 群における第 2 の負メニスカスレンズの像側面から、両凸レンズの物体側面までの光軸上距離： $D_4$ 、第 1 群の、第 1 の負メニスカスレンズの物体側面から両凹レンズの像側面までの光軸上距離： $L_1$  が、条件：

$$(1) \quad 0.20 < (D_4/L_1) < 0.40$$

を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 4】

請求項 2 または 3 記載のズームレンズにおいて、

第 1 群の両凹レンズの屈折率： $N_{1-4}$  が、条件：

$$(2) \quad 1.60 < N_{1-4} < 1.90$$

を満足することを特徴とするズームレンズ。

**【請求項 5】**

請求項 4 記載のズームレンズにおいて、

第 1 群の両凸レンズの屈折率： $N_{1-3}$  およびアッベ数： $\nu_{1-3}$ 、第 1 群の両凹レンズの屈折率： $N_{1-4}$  およびアッベ数： $\nu_{1-4}$  が、条件：

$$(3) \quad -0.20 < (N_{1-3} - N_{1-4}) < 0.10$$

$$(4) \quad 5 < (\nu_{1-4} - \nu_{1-3}) < 25$$

を満足することを特徴とするズームレンズ。

**【請求項 6】**

請求項 2 ～ 5 の任意の 1 に記載のズームレンズにおいて、

第 1 群における第 2 の負メニスカスレンズの像側面を非球面としたことを特徴とするズームレンズ。

**【請求項 7】**

請求項 2 ～ 6 の任意の 1 に記載のズームレンズにおいて、

正の焦点距離を持つ第 2 群が、物体側から順に、物体側に曲率の大きな面を向けた第 1 の正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、この負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ、第 2 の正レンズを有すること特徴とするズームレンズ。

**【請求項 8】**

請求項 7 記載のズームレンズにおいて、

第 2 群における、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズの屈折率： $N_{2-2}$  およびアッベ数： $\nu_{2-2}$ 、上記負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズの屈折率： $N_{2-3}$  およびアッベ数： $\nu_{2-3}$  が、条件：

$$(5) \quad 0.15 < (N_{2-2} - N_{2-3}) < 0.40$$

$$(6) \quad 25 < (\nu_{2-3} - \nu_{2-2}) < 50$$

を満足することを特徴とするズームレンズ。

**【請求項 9】**

請求項 7 または 8 記載のズームレンズにおいて、

第 2 群における、第 1 の正レンズの物体側面の曲率半径： $r_{2-1F}$ 、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズの物体側面の曲率半径： $r_{2-2F}$ 、この負メ

ニスカスレンズとこれに接合される正メニスカスレンズの接合面の曲率半径:  $r_2 - 2R$ 、最大像高:  $Y'$  が、条件:

$$(7) \quad 1.40 < \{(1/r_2 - 1F) + (1/r_2 - 2F) + (1/r_2 - 2R)\} \times Y' < 2.20$$

を満足することを特徴とするズームレンズ。

#### 【請求項 10】

請求項 7～9 の任意の 1 に記載のズームレンズにおいて、

第 2 群の第 1 の正レンズの物体側面から、負メニスカスレンズと正メニスカスレンズとの接合面までの光軸上の距離:  $L_{PN}$ 、第 2 群の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離:  $L_2$  が、条件:

$$(8) \quad 0.40 < (L_{PN}/L_2) < 0.70$$

を満足することを特徴とするズームレンズ。

#### 【請求項 11】

請求項 7～請求項 10 の任意の 1 に記載のズームレンズにおいて、

第 2 群における負メニスカスレンズと正メニスカスレンズとの接合面の曲率が、第 2 群の全ての面の中で最も大きいことを特徴とするズームレンズ。

#### 【請求項 12】

請求項 7～11 の任意の 1 に記載のズームレンズにおいて、

第 2 群における、最も物体側の面と最も像側の面とが非球面であることを特徴とするズームレンズ。

#### 【請求項 13】

請求項 1 記載のズームレンズにおいて、

第 1 群が、物体側から順に、少なくとも 1 枚の像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、両凸レンズ、この両凸レンズに接合された両凹レンズを有し、

第 2 群が、少なくとも 1 枚の負レンズと、少なくとも 3 枚の正レンズを有することを特徴とするズームレンズ。

#### 【請求項 14】

請求項 13 記載のズームレンズにおいて、

第 1 群が物体側から順に、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、両凸レンズ、この両凸レンズの像側に接合され

た両凹レンズからなることを特徴とするズームレンズ。

【請求項 15】

請求項 13 または 14 記載のズームレンズにおいて、

第 2 群が、物体側から順に、物体側に曲率の大きな面を向けた第 1 の正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、この負メニスカスレンズの像側に接合された正メニスカスレンズ、第 2 の正レンズからなることを特徴とするズームレンズ。

【請求項 16】

請求項 1～15 の任意の 1 に記載のズームレンズを、カメラ機能部の撮影用光学系として有することを特徴とするカメラ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、ズームレンズおよびカメラ装置に関する。

この発明のズームレンズは銀塩カメラに用いるズーム撮影レンズとして好適に利用できるほか、デジタルカメラやビデオカメラ、デジタルカメラ機能内臓の携帯情報端末装置に特に好適に利用できる。

【0002】

【従来の技術】

近来、デジタルカメラの市場は非常に大きなものとなっている。

ユーザのデジタルカメラに対する要望は多岐にわたるが、高画質化と小型化は常にユーザの欲するところであり要望が大きく、撮影レンズとして用いられるズームレンズにも高性能化と小型化の両立が求められる。

デジタルカメラに用いられるズームレンズは、小型化の面ではレンズ全長（最も物体側のレンズ面から像面までの距離）の短縮が必要であり、高性能化の面では、少なくとも 300 万～600 万画素の撮像素子に対応できる解像力を「全ズーム域」にわたって有する必要がある。

「撮影レンズの広画角化」を望むユーザも多く、ズームレンズの短焦点端の半画角は 38 度以上あることが望ましい。半画角：38 度は、35mm 銀塩カメラ

(いわゆるライカ版) 換算の焦点距離で 28 mm に相当する。

【0003】

デジタルカメラ用のズームレンズには多くの種類が考えられるが、小型化に適したタイプとして「物体側から順に、負の焦点距離を持つ第1群、正の焦点距離を持つ第2群、正の焦点距離を持つ第3群を配し、第2群の物体側に第2群と一体に移動する絞りを有してなり、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、第2群が像側から物体側へ単調に移動し、第1群が「変倍に伴う像面位置の変動を補正する」ように移動するもの」がある(特許文献1~4)。

【0004】

特許文献1に記載されたズームレンズはこの種のズームレンズの基本的なものであり、基本的な構成は全て同号公報に開示されているが、小型化という面ではなお改良の余地を残している。

【0005】

特許文献2記載のズームレンズでは、第1群を正・負・負・正の4枚構成として「短焦点端における歪曲収差」を良好に補正しているが、広角端における半画角は31度程度に留まっている。また、結像性能の基本となる球面収差が大きく、300万~600万画素の撮像素子への対応は困難である。

【0006】

特許文献3記載のズームレンズは、第2群を正・負・正または負の3枚もしくは4枚構成として小型化を図っており、第1群の構成としても多くのバリエーションが開示されているが、広角端における半画角は29~32度程度に留まり、38度以上という要請には応えられない。

【0007】

特許文献4記載のズームレンズは比較的小型で、像性能も良好であるが、広角端での半画角は33度程度に止まっている。

【0008】

【特許文献1】

特開平10-039214号公報

【特許文献2】



特開 2000-147381 号公報

【特許文献 3】

特開 2002-048975 号公報

【特許文献 4】

特開 2001-296475 号公報

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

この発明は上述した事情に鑑みてなされたものであり、十分に小型でありながら、広角端における半画角：38 度以上を有し、なおかつ、300 万～600 万画素の撮像素子に対応した解像力を有する高性能のズームレンズの実現を課題とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

この発明のズームレンズは、図 1 に例示するように、物体側（図の左方）から順に、負の焦点距離を持つ第 1 群 I、正の焦点距離を持つ第 2 群 II、正の焦点距離を持つ第 3 群 III を配し、第 2 群 II の物体側に第 2 群 II と一体に移動する絞り S を有してなり、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、第 1 群 I と第 2 群 II の間隔が小さくなり、第 2 群 II と第 3 群 III の間隔が大きくなるように、少なくとも第 1 群 I と第 2 群 II が移動するズームレンズである。

【0011】

請求項 1 記載のズームレンズは、以下の点を特徴とする。

即ち、第 1 群が物体側から順に、少なくとも 1 枚の像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、両凸レンズ、この両凸レンズに接合された両凹レンズを有する。

【0012】

請求項 1 記載のズームレンズにおける第 1 群 I は、図 1 に例示されたように、物体側から順に、像側に凹面を向けた第 1 の負メニスカスレンズ 1-1、像側に凹面を向けた第 2 の負メニスカスレンズ 1-2、両凸レンズ 1-3、この両凸レンズ 1-3 に接合された両凹レンズ 1-4 を有することができる（請求項 2）。

【0013】

この請求項 2 記載のズームレンズにおいては、第 1 群 I における第 2 の負メニスカスレンズ 1-2 の像側面から、両凸レンズ 1-3 の物体側面までの光軸上距離： $D_4$ 、第 1 群 I の、第 1 の負メニスカスレンズ 1-1 の物体側面から両凹レンズ 1-4 の像側面までの光軸上距離： $L_1$  が、条件：

$$(1) \quad 0.20 < (D_4/L_1) < 0.40$$

を満足することが好ましい（請求項 3）。

#### 【0014】

上記請求項 2 または 3 記載のズームレンズにおいては、第 1 群 I の両凹レンズ 1-4 の屈折率： $N_{1-4}$  が、条件：

$$(2) \quad 1.60 < N_{1-4} < 1.90$$

を満足することが好ましい（請求項 4）。この場合、第 1 群 I の両凸レンズ 1-3 の屈折率： $N_{1-3}$  およびアッペ数： $\nu_{1-3}$ 、第 1 群の両凹レンズ 1-4 の屈折率： $N_{1-4}$  およびアッペ数： $\nu_{1-4}$  が、条件：

$$(3) \quad -0.20 < (N_{1-3} - N_{1-4}) < 0.10$$

$$(4) \quad 5 < (\nu_{1-4} - \nu_{1-3}) < 25$$

を満足することが好ましい（請求項 5）。

#### 【0015】

上記請求項 2 ～ 5 の任意の 1 に記載のズームレンズにおいて、第 1 群における第 2 の負メニスカスレンズ 1-2 の像側面を非球面とすることができる（請求項 6）。

#### 【0016】

請求項 2 ～ 6 の任意の 1 に記載のズームレンズにおいて、正の焦点距離を持つ第 2 群 I I は、図 1 に例示するように、物体側から順に、物体側に曲率の大きな面を向けた第 1 の正レンズ 2-1、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ 2-2、この負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ 2-3、第 2 の正レンズ 2-4 を有することができる（請求項 7）。

#### 【0017】

この請求項 7 記載のズームレンズにおいて、第 2 群 I I の、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ 2-2 の屈折率： $N_{2-2}$  およびアッペ数： $\nu_{2-2}$ 、負

メニスカスレンズ 2-2 に接合された正メニスカスレンズ 2-3 の屈折率:  $N_{2-3}$  およびアッベ数:  $\nu_{2-3}$  が、条件:

$$(5) \quad 0.15 < (N_{2-2} - N_{2-3}) < 0.40$$

$$(6) \quad 25 < (\nu_{2-3} - \nu_{2-2}) < 50$$

を満足することが好ましい (請求項 8)。

#### 【0018】

上記請求項 7 または 8 記載のズームレンズにおいて、第 2 群 I I における、第 1 の正レンズ 2-1 の物体側面の曲率半径:  $r_{2-1F}$ 、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ 2-2 の物体側面の曲率半径:  $r_{2-2F}$ 、負メニスカスレンズ 2-2 と正メニスカスレンズ 2-3 の接合面の曲率半径:  $r_{2-2R}$ 、最大像高:  $Y'$  が、条件:

$$(7) \quad 1.40 < \{(1/r_{2-1F}) + (1/r_{2-2F}) + (1/r_{2-2R})\} \times Y' < 2.20$$

を満足することが好ましい (請求項 9)。

#### 【0019】

上記請求項 7 ~ 9 の任意の 1 に記載のズームレンズにおいて、第 2 群 I I の第 1 の正レンズ 2-1 の物体側面から、負メニスカスレンズ 2-2 と正メニスカスレンズ 2-3 との接合面までの光軸上の距離:  $L_{PN}$ 、第 2 群 I I の最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離:  $L_2$  が、条件:

$$(8) \quad 0.40 < (L_{PN}/L_2) < 0.70$$

を満足することが好ましい (請求項 10)。

#### 【0020】

請求項 7 ~ 請求項 10 の任意の 1 に記載のズームレンズにおいて、第 2 群 I I における負メニスカスレンズ 2-2 と正メニスカスレンズ 2-3 との接合面の曲率は、第 2 群 I I の全ての面の中で最も大きいことが好ましい (請求項 11)。

#### 【0021】

請求項 7 ~ 11 の任意の 1 に記載のズームレンズにおいては、第 2 群 I I における、最も物体側の面と最も像側の面とを非球面とすることが好ましい (請求項 12)。

#### 【0022】

上記請求項 1 記載のズームレンズにおいては、第 1 群を「物体側から順に、少なくとも 1 枚の像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、両凸レンズ、この両凸レンズに接合された両凹レンズを有する構成」とし、第 2 群を「少なくとも 1 枚の負レンズと、少なくとも 3 枚の正レンズを有する構成」とすることができる（請求項 13）。

#### 【0023】

この請求項 13 記載のズームレンズにおいて、第 1 群を「物体側から順に、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、両凸レンズ、この両凸レンズの像側に接合された両凹レンズからなる構成」とすることができる（請求項 14）。

#### 【0024】

上記請求項 13 または 14 記載のズームレンズにおいては、第 2 群を「物体側から順に、物体側に曲率の大きな面を向けた第 1 の正レンズ、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、この負メニスカスレンズの像側に接合された正メニスカスレンズ、第 2 の正レンズからなる構成」とすることができる（請求項 15）。

#### 【0025】

この発明のカメラ装置は、上記請求項 1～15 の任意の 1 に記載のズームレンズを「カメラ機能部の撮影用光学系」として有することを特徴とする（請求項 16）。このようなカメラ装置は「携帯情報端末装置」として実施できる。勿論、請求項 1～15 の任意の 1 に記載のズームレンズを撮影用光学系として有する、デジタルカメラ装置や、銀塩カメラ装置として実施できることも当然である。

#### 【0026】

この発明のように、物体側から負・正・正の 3 群を配して構成されるズームレンズでは一般に、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、第 2 群が像側から物体側へと単調に移動し、第 1 群が「変倍に伴う像面位置の変動を補正する」ように移動する。そして、変倍機能の大半は第 2 群が担っており、第 3 群は「主として像面から射出瞳を遠ざける」ために設けられている。

#### 【0027】

このタイプのズームレンズで広画角化を図るためには、第 1 群に「より強い負

のパワー」を与える必要があり、その構成が重要となる。特に、広画角化に伴って急激に増大しがちな非点収差・歪曲収差・倍率色収差等を良好に補正しなければならない。

#### 【0028】

このために第1群の構成枚数を増やすことが考えられるが、構成枚数の増加は第1群の「光軸方向の厚み」の増大につながり、十分な小型化を妨げるばかりかコストの増大も招来してしまう。

#### 【0029】

この発明のズームレンズと同様に、4枚以下のレンズで第1群を構成する場合、物体側から順に負メニスカスレンズ・正メニスカスレンズを配した2枚構成のもの、物体側から順に負メニスカスレンズ・負レンズ・正レンズを配した3枚構成のもの、物体側から順に正レンズ・負メニスカスレンズ・負レンズ・正レンズを配した4枚構成のもの、物体側から順に負メニスカスレンズ・両凹レンズ・正レンズ・負レンズを配した4枚構成のものが知られている。

#### 【0030】

この発明のズームレンズは、これらを上回る収差補正能力を有する第1群を実現することにより、高性能・広画角を達成する。

#### 【0031】

即ち、請求項1に示すように、第1群は「物体側から順に、少なくとも1枚の像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ、両凸レンズ、この両凸レンズに接合された両凹レンズ」を有する。即ち、物体側には、像側に凹面を向けた1枚以上の負メニスカスレンズが配され、これに続いて両凸レンズが配される。

#### 【0032】

このように第1群の最も物体側に「凹面を像側に向けた負メニスカスレンズ」を配すると、広角端において、大きな画角をもって入射する光線を、負メニスカスレンズの各レンズ面（入射側が凸面、射出側が凹面）により、無理無く導いて、光軸に対する傾きを低減させることができ、この負メニスカスレンズに続く両凸レンズへの入射角を有効に小さくすることができる。

#### 【0033】

例えば、特許文献 3 に記載された実施例のうちには、第 1 群を凹面を像側に向けた 1 枚の負メニスカスレンズとし、このメニスカスレンズに続いて両凹レンズを配置したものがあるが、このような構成の場合、負メニスカスレンズにより光軸に対する傾きを低減された光線は、続いて入射する両凹レンズの凹レンズ面に大きな入射角で入射することになるため、凹レンズ面への入射部で大きな収差を生じやすい。

#### 【0 0 3 4】

この発明のズームレンズでは、第 1 群の負メニスカスレンズに続いて「両凸レンズ」が配されるので、上記の如く「負メニスカスレンズにより光軸に対する傾きを低減された光線の、両凸レンズへの入射角が小さく」なり、収差の発生を抑えることができる。

#### 【0 0 3 5】

請求項 2 記載のズームレンズでは、図 1 に例示したように、第 1 群 I は、物体側から順に、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ 1-1、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ 1-2、両凸レンズ 1-3、この両凸レンズ 1-3 に接合された両凹レンズ 1-4 の 3 群 4 枚で構成される。

#### 【0 0 3 6】

このため、第 1 群 I の最も物体側に「いずれも像側に凹面を向けた 2 枚の負メニスカスレンズ 1-1、1-2 を配置して、大きな入射角を持つ軸外光束を、これら 2 枚の負メニスカスレンズの 4 つの面で「少しずつ屈折させる」ことにより、これら 4 面のなかの特定の面で「極端に大きな軸外収差」が発生しないようにしている。

#### 【0 0 3 7】

さらに、これら 2 枚の負メニスカスレンズ 1-1、1-2 の像側に、物体側から順に正レンズと負レンズを接合した接合レンズを配置し、倍率色収差の補正に効果を上げている。接合レンズ農地の物体側の正レンズを「両凸レンズ」、負レンズを「両凹レンズ」とすることにより、球面収差等の単色収差を十分に補正したまま倍率色収差をコントロールできる。その際、正レンズ（両凸レンズ）・負レンズ（両凹レンズ）とも「物体側に曲率の大きな面を向けている」のが望まし

い。

#### 【0038】

より十分な広画角化を図るためには、条件(1)式を満足することが望ましい(請求項3)。

条件(1)のパラメータ： $(D_4/L_1)$ が下限値：0.20以下になると、軸外光線が互いに近づき、これらを分離しにくくなるため、軸外収差(非点収差・歪曲収差・倍率色収差等)の補正が難しくなる(特に、第1、第2の負メニスカスレンズに非球面を用いて収差補正を行う場合)。

#### 【0039】

また、製造上の理由によって「第2の負メニスカスレンズの像側面から両凸レンズの物体側面までの光軸上の距離： $D_4$ 」が変化した場合や、第2の負メニスカスレンズと両凸レンズが軸ずれを起こした場合、特に長焦点端における球面収差・コマ収差の変動が大きくなって好ましくない。

#### 【0040】

パラメータ： $(D_4/L_1)$ が0.40以上となると、軸上マージナル光線の両凸レンズへの入射位置が高くなることに起因するマイナスの球面収差が補正不足になり易く、また、短焦点端(広角端)において第1群に入射する光線の高さが増加し、第1群の外径が大きくなり、レンズ系全体を十分に小型化できなくなる。

#### 【0041】

さらに望ましくは、条件(1)よりもさらに狭い条件：

$$(1') \quad 0.25 < (D_4/L_1) < 0.35$$

を満足するのが良い。

#### 【0042】

解像力を高めるには像面湾曲が良好に補正されていなければならないが、像面湾曲を「より良好に補正」するためには、条件(2)を満足することが望ましい(請求項4)。

#### 【0043】

屈折率： $N_{1-4}$ が1.60以下であると、第1群の像面湾曲の十分な補正が難しくなり、特に短焦点端における軸外性能の劣化を引き起こし易くなる。逆に

、 $N_{1-4}$  を 1.90 以上にすることは、第 1 群における両凹レンズに「非常に高い屈折率」を要求することになり、コストアップを招く。さらに望ましくは、条件 (2) よりもさらに狭い条件：

$$(2') \quad 1.70 < N_{14} < 1.90$$

を満足するのがよい。

#### 【0044】

上記条件 (2) により像面湾曲を「より良好に補正した状態」において、倍率色収差を「より改善する」ためには、条件 (3)、(4) を満足することが望ましい (請求項 5)。

#### 【0045】

条件 (3) のパラメータ： $(N_{1-3} - N_{1-4})$  が、 $-0.20$  より小さくなるか、 $0.10$  より大きくなると、第 1 群の接合レンズをなす両凸レンズ・両凹レンズ間の屈折率差が大きくなり、これに伴い「接合面で発生する単色収差」が増大するので、第 1 群全体の収差バランスを維持するのが難しくなる。

#### 【0046】

また、条件 (4) のパラメータ： $(\nu_{1-4} - \nu_{1-3})$  が 5 よりも小さいと、上記接合面における色収差を十分にコントロールできず、倍率色収差の補正が不十分となり易い。逆に、パラメータ： $(\nu_{1-4} - \nu_{1-3})$  が 25 を越えて大きくなると、倍率色収差が補正過剰となり易く、いずれも好ましくない。

#### 【0047】

さらに望ましくは、条件 (3)、(4) よりも狭い以下の条件：

$$(3') \quad -0.15 < (N_{1-3} - N_{1-4}) < 0.05$$

$$(4') \quad 5 < (\nu_{1-4} - \nu_{1-3}) < 25$$

を満足するのがよい。

#### 【0048】

単色収差の補正をより良好に行うためには、第 1 群に 1 面以上の非球面を有することが望ましい。中でも「最も効果的な収差補正」を行うためには、第 2 の負メニスカスレンズの像側面を非球面とすることが望ましい (請求項 6)。第 2 の負メニスカスレンズの像側面は第 1 群の中で最も曲率を小さくし、大きなパワー



を持たせることができるが、この箇所に非球面を導入することにより、特に短焦点端における歪曲収差や非点収差等を効果的に補正することが可能となる。

#### 【0049】

第1の負メニスカスレンズの像側面を非球面とすることによっても同様の効果を得ることが可能であるが、第1の負メニスカスレンズは第2の負メニスカスレンズよりも径が大きいので、非球面レンズの製作が相対的に難しくなりコストアップの要因となる。したがって、第2の負メニスカスレンズに上記の如く非球面を設けるのが良い。

#### 【0050】

この発明のズームレンズの最も大きな特徴は、以上に述べた第1群の構成にあるが、ズームレンズとして「より良好な収差補正を行うための条件」を以下に述べる。

#### 【0051】

各種の収差が少なく、解像力の高いズームレンズを実現するには「変倍による収差変動」を小さく抑えることも重要であり、特に主変倍群である第2群がその変倍範囲の全域において良好に収差補正されていることが望ましい。このため、第2群の構成枚数を増やすことが考えられるが、第1群と同様、構成枚数の増加は第2群の光軸方向の厚みを増やすことにつながり、十分な小型化の達成を困難としコストの増大も招きやすい。

#### 【0052】

4枚以下のレンズで構成される第2群としては、物体側から順に「正レンズ・負レンズ・正レンズ」を配した3枚構成のもの、物体側から順に「正レンズ・正レンズ・負レンズ」を配した3枚構成のもの、物体側から順に「正レンズ・正レンズ・負レンズ・正レンズ」を配した4枚構成のもの、物体側から順に「正レンズ・負レンズ・負レンズ・正レンズ」を配した4枚構成のものが知られており、上に説明した構成を有する「この発明のズームレンズにおける第1群」とこれらの第2群とを組み合わせることで、小型・広画角・高性能のズームレンズを構成できる。

#### 【0053】

さらに、この発明のズームレンズにおける第2群を、物体側から順に「正レンズ・負レンズ・正レンズ・正レンズ」を配した4枚構成のものとすることができる。

#### 【0054】

第2群の物体側に開口絞りが配置される構成上、第2群内では「開口絞りから遠い像側のレンズ面ほど、軸外光線が光軸から離れた場所を通る」ため、軸外収差の補正に関与が深くなる。第2群は、全体として負のパワーの両側に正のパワーを有する対称なパワー配置であるが、軸外収差の補正に関与が深い「像側の正のパワー」を2枚の正レンズに分割することによってパワー配分の自由度が増え、軸外収差の良好な補正が可能になる。

#### 【0055】

このように、第2群を正・負・正・正の4枚構成とする場合、第2群を、図1に例示するように、物体側から順に、物体側に曲率の大きな面を向けた第1の正レンズ2-1、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ2-2、この負メニスカスレンズに接合された正メニスカスレンズ2-3、および第2の正レンズ2-4からなる3群4枚構成とすることができる（請求項7）。

#### 【0056】

第2群において、物体側から2番目の負レンズ（負メニスカスレンズ2-2）と3番目の正レンズ（正メニスカスレンズ2-3）を接合することは、組み付け偏心の抑制や組み付け工数の削減に効果がある。

#### 【0057】

さらに、物体側から2番目の負レンズ2-2をメニスカス形状としてその物体側面に正のパワーを持たせることにより、最も物体側の第1の正レンズとともに「正のパワーを分担」させ、また、物体側から3番目の正レンズ2-3をメニスカス形状としてその像側面に負のパワーを持たせることにより「接合面とともに負のパワーを分担」させることにより、第2群中の特定の面で「過大な収差」が発生することを防ぎつつ、第2群全体としての収差量の低減と製造誤差感度の低減を両立させることができる。

#### 【0058】

さらに、条件(5)、(6)を満足することにより、より十全な収差補正が可能となる(請求項8)。

#### 【0059】

条件(5)のパラメータ： $(N_{2-2}-N_{2-3})$ を0.15より小さくすると、負・正メニスカスレンズ2-2、2-3の接合面に十分な負のパワーを与えることが困難になり、像面湾曲を補正しきれなくなる。パラメータ： $(N_{2-2}-N_{2-3})$ を0.4より大きくすると、第2群の負メニスカスレンズ2-2に非常に高い屈折率が要求され、高価な硝材が必要となりコストアップを招く。また、条件(6)のパラメータ： $(\nu_{2-3}-\nu_{2-2})$ を25よりも小さくすると、負・正メニスカスレンズ2-2、2-3の接合面における色収差を十分にコントロールできず、軸上色収差の補正と倍率色収差の補正を両立させることが難しくなる。

#### 【0060】

また、パラメータ： $(\nu_{2-3}-\nu_{2-2})$ を50よりも大きくすると、正メニスカスレンズ2-3に非常に小さな分散が要求され、高価な硝材が必要となってコストアップを招く。なお、さらに望ましくは、条件(5)、(6)よりもさらに狭い、以下の条件：

$$(5') \quad 0.20 < (N_{2-2} - N_{2-3}) < 0.40$$

$$(6') \quad 30 < (\nu_{2-3} - \nu_{2-2}) < 50$$

を満足するのがよい。

#### 【0061】

像面湾曲をさらに改善するには、条件(7)を満足することが望ましい(請求項9)。

#### 【0062】

条件(7)のパラメータ： $\{(1/r_{2-1F}) + (1/r_{2-2F}) + (1/r_{2-2R})\} \times Y'$ を、1.4より大きくすると、第2群の像面湾曲を十分に補正でき、ズーム域全体にわたって「像面の平坦性」を保つことが可能となる。しかし、上記パラメータが2.20を越えて大きくすると、第2群の各面で発生する収差が大きくなって「収差のやりとり」が増え、製造誤差感度が大きくなる。

#### 【0063】

なお、さらに望ましくは、条件 (7) よりもさらに狭い条件:

$$(7') \quad 1.55 < \{(1/r_{2-1F}) + (1/r_{2-2F}) + (1/r_{2-2R})\} \times Y' < 2.05$$

を満足するのが良い。

#### 【0064】

さらに球面収差・非点収差・コマ収差を改善するためには、条件 (8) を満足することが望ましい (請求項 10)。

#### 【0065】

第 2 群において、最も物体側の第 1 の正レンズ 2-1 の物体側面と、負・正メニスカスレンズ 2-2、2-3 の接合面は双方とも曲率が大きく、互いに大きく収差をやりとりして収差補正に最も寄与している。良好な収差補正には「これら 2 つの面を通る光線の高さ」が重要である。

#### 【0066】

条件 (8) のパラメータ:  $(L_{PN}/L_2)$  が 0.40 より小さくなると、第 2 群の負メニスカスレンズ 2-2 の像側面における軸外主光線の高さが小さくなり過ぎ、非点収差・コマ収差の補正が不足する場合が生じる。パラメータ:  $(L_{PN}/L_2)$  が 0.70 を越えて大きくなると、第 2 群の負メニスカスレンズ 2-2 の像側面における軸上マージナル光線高さが小さくなり過ぎ、球面収差の補正が不足する場合が生じる。さらに望ましくは、条件 (8) よりもさらに狭い条件:

$$(8') \quad 0.45 < (L_{PN}/L_2) < 0.65$$

を満足するのがよい。

#### 【0067】

単色収差と色収差のバランスをより良好なものとするためには、第 2 群の負メニスカスレンズ 2-2 と正メニスカスレンズ 2-3 の接合面の曲率が、第 2 群の全ての面の中で最も大きいことが望ましい (請求項 10)。

#### 【0068】

第 2 群において、上記接合面以外の面の曲率が接合面の曲率よりも大きいと、単色収差を良好に補正したまま「軸上色収差と倍率色収差のバランスをとる」ことが難しくなる。

#### 【0069】

単色収差の補正をさらに良好に行うには、第2群に2面以上の非球面を有することが望ましい。これら2面以上の非球面をそれぞれ「光線の通り方が異なる箇所」に用いることで収差補正の自由度を向上させることが可能となる。最も効果的な収差補正を行うには、第2群の最も物体側の面と最も像側の面を非球面とすることが望ましい（請求項12）。

#### 【0070】

第2群の最も物体側の面は絞りSの近傍であるため、軸上と軸外の光束がほとんど分離せずに通る、この箇所に設けた非球面は、主として球面収差やコマ収差の補正に寄与する。第2群の最も像側の面は絞りSから離れているため、軸上と軸外の光束がある程度分離して通り、この箇所に設けた非球面は、非点収差等の補正に寄与する。このように、2面の非球面を「最も物体側の面と最も像側の面に用いる」ことにより、それぞれの非球面が十分に異なる効果をもたらし、収差補正の自由度が飛躍的に増加する。

#### 【0071】

この発明で解決課題している、小型化・広画角化（38度以上）・高解像力は、請求項13～15の如き構成によっても達成できる。

請求項13～15の任意の1に記載のような構成を採用することによっても、第1群と第2群のそれぞれが有する「収差補正上の能力」が相乗的に働き、十分に小型・広画角で高性能のズームレンズを得ることが可能となる。

#### 【0072】

以上に説明した第1群・第2群の構成によってこの発明のズームレンズは十分に特徴付けられているが、ズームレンズとしてさらに良好な性能を確保するための条件を付記しておく。

#### 【0073】

第3群は、物体側に曲率の大きな面を向けた正レンズとし、少なくとも1面に非球面を有することが望ましい。このような構成によれば、第3群の厚みを最小限に抑えつつ「非点収差等の軸外収差」をより良好に補正することができる。

#### 【0074】

また、第3群は変倍に際して固定としても良いが、少量移動させることにより

「収差補正の自由度」を増加させることができる。

絞りの開放径は「変倍に拘わらず一定とする」のが機構上簡略で良い。ただし、長焦点端の開放径を、短焦点端に比べて大きくすることにより、変倍に伴うFナンバーの変化を小さくすることもできる。また、像面に到達する光量を減少させる必要があるときには「絞りを小径化」しても良いが、絞り径を大きく変えることなく、NDフィルタ等の挿入により光量を減少させた方が、回折現象による解像力の低下を防止できて好ましい。

#### 【0075】

##### 【発明の実施の形態】

以下に、この発明のズームレンズの具体的な数値実施例を示す。全実施例を通じて最大像高は4.65mmとした。

#### 【0076】

各実施例における記号の意味は以下の通りである。

f: 全系の焦点距離

F: Fナンバー

$\omega$ : 半画角

R: 曲率半径

D: 面間隔

Nd: 屈折率

$\nu_d$ : アッペ数

K: 非球面の円錐定数

A<sub>4</sub>: 4次の非球面係数

A<sub>6</sub>: 6次の非球面係数

A<sub>8</sub>: 8次の非球面係数

A<sub>10</sub>: 10次の非球面係数

A<sub>12</sub>: 12次の非球面係数

A<sub>14</sub>: 14次の非球面係数

A<sub>16</sub>: 16次の非球面係数

A<sub>18</sub>: 18次の非球面係数

非球面は、近軸曲率半径の逆数（近軸曲率）をC、光軸からの高さをHとすると  
き、周知の式：

$$X = CH^2 / [1 + \sqrt{1 - (1 + K)C^2H^2}] \\ + A_4 \cdot H^4 + A_6 \cdot H^6 + A_8 \cdot H^8 + A_{10} \cdot H^{10} + A_{12} \cdot H^{12} + A_{14} \cdot H^{14} + A_{16} \cdot H^{16} + A_{18} \cdot H^{18}$$

により定義される。

【 0 0 7 7 】

### 【実施例】

#### 実施例 1

$$f = 5.98 \sim 16.89, F = 2.62 \sim 4.51, \omega = 39.18 \sim 15.52$$

| 面番号 | R        | D     | Nd      | $\nu_d$ | 備考     |
|-----|----------|-------|---------|---------|--------|
| 01  | 39.911   | 1.20  | 1.77250 | 49.62   | 第1レンズ  |
| 02  | 9.332    | 1.43  |         |         |        |
| 03  | 14.880   | 1.40  | 1.80610 | 40.74   | 第2レンズ  |
| 04* | 7.003    | 3.50  |         |         |        |
| 05  | 14.030   | 3.37  | 1.72825 | 28.32   | 第3レンズ  |
| 06  | -46.632  | 1.00  | 1.83400 | 37.34   | 第4レンズ  |
| 07  | 77.937   | 可変(A) |         |         |        |
| 08  | 絞り       | 1.00  |         |         |        |
| 09* | 9.009    | 1.92  | 1.77250 | 49.62   | 第5レンズ  |
| 10  | 51.825   | 1.69  |         |         |        |
| 11  | 11.244   | 1.05  | 1.84666 | 23.78   | 第6レンズ  |
| 12  | 5.000    | 2.68  | 1.63854 | 55.45   | 第7レンズ  |
| 13  | 6.754    | 0.46  |         |         |        |
| 14  | 17.306   | 1.56  | 1.48749 | 70.44   | 第8レンズ  |
| 15* | -40.559  | 可変(B) |         |         |        |
| 16* | 22.283   | 1.85  | 1.58913 | 61.25   | 第9レンズ  |
| 17  | -426.355 | 可変(C) |         |         |        |
| 18  | $\infty$ | 1.43  | 1.51680 | 64.20   | 各種フィルタ |
| 19  | $\infty$ |       |         |         | 。      |

## 【 0 0 7 8 】

非球面：第 4 面

$$K = 0.0, A_4 = -3.19923 \times 10^{-4}, A_6 = -7.49996 \times 10^{-6}, A_8 = 3.11483 \times 10^{-7},$$

$$A_{10} = -1.90421 \times 10^{-8}, A_{12} = 3.91258 \times 10^{-10}, A_{14} = -2.01103 \times 10^{-12},$$

$$A_{16} = -5.49008 \times 10^{-14}, A_{18} = 3.19870 \times 10^{-16}$$

非球面：第 9 面

$$K = 0.0, A_4 = -9.62105 \times 10^{-5}, A_6 = -9.78873 \times 10^{-7}, A_8 = 1.62625 \times 10^{-8},$$

$$A_{10} = -8.46903 \times 10^{-10}$$

非球面：第 15 面

$$K = 0.0, A_4 = 1.62639 \times 10^{-4}, A_6 = 2.90705 \times 10^{-5}, A_8 = -3.68616 \times 10^{-6},$$

$$A_{10} = 2.00067 \times 10^{-7}$$

非球面：第 16 面

$$K = 0.0, A_4 = -1.57048 \times 10^{-5}, A_6 = 5.24326 \times 10^{-6}, A_8 = -2.39620 \times 10^{-7},$$

$$A_{10} = 4.62003 \times 10^{-9}$$

## 【 0 0 7 9 】

可変間隔

|   | 短焦点端   | 中間焦点距離    | 長焦点端      |
|---|--------|-----------|-----------|
| f | = 5.98 | f = 10.05 | f = 16.88 |
| A | 18.638 | 7.515     | 1.879     |
| B | 4.318  | 8.821     | 19.281    |
| C | 4.528  | 5.079     | 3.094     |

## 【 0 0 8 0 】

条件パラメータの数値

$$D_4/L_1 = 0.294$$

$$(N_{1-3} - N_{1-4}) = -0.106$$

$$(\nu_{1-4} - \nu_{1-3}) = 9.02$$

$$(N_{2-2} - N_{2-3}) = 0.208$$

$$(\nu_{2-3} - \nu_{2-2}) = 31.7$$

$$\{(1/r_{2-1F}) + (1/r_{2-2F}) + (1/r_{2-2R})\} \times Y' = 1.86$$



$$(L_{PN}/L_2) = 0.498$$

【 0 0 8 1 】

## 実施例 2

$$f = 5.97 \sim 16.88, F = 2.62 \sim 4.59, \omega = 39.21 \sim 15.53$$

| 面番号 | R        | D     | Nd      | $\nu_d$ | 備考      |
|-----|----------|-------|---------|---------|---------|
| 01  | 54.532   | 1.20  | 1.77250 | 49.62   | 第 1 レンズ |
| 02  | 10.209   | 1.09  |         |         |         |
| 03  | 14.600   | 1.20  | 1.80610 | 40.74   | 第 2 レンズ |
| 04* | 7.065    | 3.78  |         |         |         |
| 05  | 14.523   | 3.36  | 1.72825 | 28.32   | 第 3 レンズ |
| 06  | -44.901  | 1.00  | 1.83400 | 37.34   | 第 4 レンズ |
| 07  | 81.338   | 可変(A) |         |         |         |
| 08  | 絞り       | 1.00  |         |         |         |
| 09* | 9.194    | 1.88  | 1.77250 | 49.62   | 第 5 レンズ |
| 10  | 93.845   | 1.06  |         |         |         |
| 11  | 10.470   | 1.92  | 1.84666 | 23.78   | 第 6 レンズ |
| 12  | 4.363    | 2.43  | 1.62041 | 60.34   | 第 7 レンズ |
| 13  | 6.058    | 0.56  |         |         |         |
| 14  | 26.925   | 1.49  | 1.48749 | 70.44   | 第 8 レンズ |
| 15* | -30.209  | 可変(B) |         |         |         |
| 16* | 21.154   | 2.17  | 1.51680 | 64.20   | 第 9 レンズ |
| 17  | -34.512  | 可変(C) |         |         |         |
| 18  | $\infty$ | 1.43  | 1.51680 | 64.20   | 各種フィルタ  |
| 19  | $\infty$ |       |         |         | 。       |

【 0 0 8 2 】

## 非球面：第 4 面

$$K = 0.0, A_4 = -3.07826 \times 10^{-4}, A_6 = -4.85834 \times 10^{-6}, A_8 = 4.79994 \times 10^{-8},$$

$$A_{10} = -5.13369 \times 10^{-9}, A_{12} = 1.31874 \times 10^{-10}, A_{14} = -4.44648 \times 10^{-12},$$

$$A_{16} = 1.00002 \times 10^{-13}, A_{18} = -1.19017 \times 10^{-15}$$

非球面：第 9 面

$$K = 0.0, A_4 = -1.10644 \times 10^{-4}, A_6 = 2.90173 \times 10^{-7}, A_8 = -1.07103 \times 10^{-7}, \\ A_{10} = 2.85402 \times 10^{-9}$$

非球面：第 15 面

$$K = 0.0, A_4 = 9.10913 \times 10^{-5}, A_6 = 3.24177 \times 10^{-7}, A_8 = -1.34026 \times 10^{-7}, \\ A_{10} = -3.59634 \times 10^{-8}$$

非球面：第 16 面

$$K = 0.0, A_4 = -2.67179 \times 10^{-5}, A_6 = 5.31764 \times 10^{-6}, A_8 = -2.07797 \times 10^{-7}, \\ A_{10} = 3.28298 \times 10^{-9}$$

【 0 0 8 3 】

可変間隔

|   | 短焦点端       | 中間焦点距離      | 長焦点端        |
|---|------------|-------------|-------------|
|   | $f = 5.97$ | $f = 10.04$ | $f = 16.88$ |
| A | 18.324     | 8.565       | 1.870       |
| B | 4.233      | 10.511      | 18.688      |
| C | 3.711      | 2.702       | 2.872       |

【 0 0 8 4 】

条件のパラメータの数値

$$D_4/L_1 = 0.325$$

$$(N_{1-3} - N_{1-4}) = -0.106$$

$$(\nu_{1-4} - \nu_{1-3}) = 9.02$$

$$(N_{2-2} - N_{2-3}) = 0.226$$

$$(\nu_{2-3} - \nu_{2-2}) = 36.6$$

$$\{(1/r_{2-1F}) + (1/r_{2-2F}) + (1/r_{2-2R})\} \times Y' = 2.02$$

$$(L_{PN}/L_2) = 0.520$$

【 0 0 8 5 】

実施例 3

$$f = 5.97 \sim 16.88, F = 2.61 \sim 4.45, \omega = 39.20 \sim 15.54$$

| 面番号 | R | D | Nd | $\nu_d$ | 備考 |
|-----|---|---|----|---------|----|
|-----|---|---|----|---------|----|

|     |          |        |         |       |         |
|-----|----------|--------|---------|-------|---------|
| 01  | 36.729   | 1.20   | 1.71300 | 53.94 | 第 1 レンズ |
| 02  | 9.038    | 1.74   |         |       |         |
| 03  | 15.598   | 1.20   | 1.74330 | 49.33 | 第 2 レンズ |
| 04* | 7.056    | 3.70   |         |       |         |
| 05  | 13.749   | 3.39   | 1.68893 | 31.16 | 第 3 レンズ |
| 06  | -53.400  | 1.00   | 1.83500 | 42.98 | 第 4 レンズ |
| 07  | 64.604   | 可変 (A) |         |       |         |
| 08  | 絞り       | 1.00   |         |       |         |
| 09* | 9.192    | 1.87   | 1.77250 | 49.62 | 第 5 レンズ |
| 10  | 45.610   | 0.87   |         |       |         |
| 11  | 12.640   | 2.45   | 1.84666 | 23.78 | 第 6 レンズ |
| 12  | 5.000    | 2.68   | 1.58913 | 61.25 | 第 7 レンズ |
| 13  | 6.947    | 0.40   |         |       |         |
| 14  | 14.423   | 1.65   | 1.48749 | 70.44 | 第 8 レンズ |
| 15* | -28.923  | 可変 (B) |         |       |         |
| 16* | 21.317   | 1.96   | 1.63854 | 55.45 | 第 9 レンズ |
| 17  | 282.800  | 可変 (C) |         |       |         |
| 18  | $\infty$ | 1.43   | 1.51680 | 64.20 | 各種フィルタ  |
| 19  | $\infty$ |        |         |       | 。       |

## 【 0 0 8 6 】

非球面：第 4 面

$$K = 0.0, A_4 = -3.28735 \times 10^{-4}, A_6 = -3.95505 \times 10^{-6}, A_8 = 1.71512 \times 10^{-9},$$

$$A_{10} = -5.76704 \times 10^{-9}, A_{12} = 1.88632 \times 10^{-10}, A_{14} = -5.01533 \times 10^{-12},$$

$$A_{16} = 8.46845 \times 10^{-14}, A_{18} = -9.53474 \times 10^{-16}$$

非球面：第 9 面

$$K = 0.0, A_4 = -9.81680 \times 10^{-5}, A_6 = 2.13804 \times 10^{-7}, A_8 = -7.01685 \times 10^{-8},$$

$$A_{10} = 1.49964 \times 10^{-9}$$

非球面：第 15 面

$$K = 0.0, A_4 = 1.02941 \times 10^{-4}, A_6 = 1.46109 \times 10^{-5}, A_8 = -1.82418 \times 10^{-6},$$

$$A_{10} = 8.25168 \times 10^{-8}$$

非球面：第16面

$$K = 0.0, A_4 = 1.53668 \times 10^{-5}, A_6 = 6.06988 \times 10^{-7}, A_8 = 1.88462 \times 10^{-8},$$

$$A_{10} = -3.07013 \times 10^{-10}$$

【0087】

可変間隔

|   | 短焦点端       | 中間焦点距離      | 長焦点端        |
|---|------------|-------------|-------------|
|   | $f = 5.97$ | $f = 10.05$ | $f = 16.88$ |
| A | 19.150     | 7.743       | 1.892       |
| B | 4.913      | 9.215       | 19.304      |
| C | 3.979      | 4.673       | 3.074       |

【0088】

条件のパラメータの数値

$$D_4/L_1 = 0.303$$

$$(N_{1-3} - N_{1-4}) = -0.146$$

$$(\nu_{1-4} - \nu_{1-3}) = 11.82$$

$$(N_{2-2} - N_{2-3}) = 0.258$$

$$(\nu_{2-3} - \nu_{2-2}) = 37.5$$

$$\{(1/r_{2-1F}) + (1/r_{2-2F}) + (1/r_{2-2R})\} \times Y' = 1.80$$

$$(L_{PN}/L_2) = 0.523$$

【0089】

実施例 4

$$f = 5.97 \sim 14.07, F = 2.61 \sim 4.05, \omega = 39.20 \sim 18.55$$

| 面番号 | R      | D    | Nd      | $\nu_d$ | 備考    |
|-----|--------|------|---------|---------|-------|
| 01  | 32.532 | 1.20 | 1.77250 | 49.62   | 第1レンズ |
| 02  | 8.982  | 1.38 |         |         |       |
| 03  | 15.418 | 1.20 | 1.74330 | 49.33   | 第2レンズ |
| 04* | 6.710  | 4.02 |         |         |       |
| 05  | 13.742 | 2.85 | 1.69895 | 30.05   | 第3レンズ |

|     |          |        |         |       |         |
|-----|----------|--------|---------|-------|---------|
| 06  | -107.456 | 1.00   | 1.67003 | 47.20 | 第 4 レンズ |
| 07  | 41.620   | 可変 (A) |         |       |         |
| 08  | 絞り       | 1.00   |         |       |         |
| 09* | 9.083    | 1.87   | 1.77250 | 49.62 | 第 5 レンズ |
| 10  | 88.412   | 1.80   |         |       |         |
| 11  | 12.891   | 1.45   | 1.84666 | 23.78 | 第 6 レンズ |
| 12  | 5.000    | 2.57   | 1.62041 | 60.34 | 第 7 レンズ |
| 13  | 6.891    | 0.41   |         |       |         |
| 14  | 15.116   | 1.63   | 1.48749 | 70.44 | 第 8 レンズ |
| 15* | -27.872  | 可変 (B) |         |       |         |
| 16* | 21.495   | 1.69   | 1.71300 | 53.94 | 第 9 レンズ |
| 17  | 283.403  | 可変 (C) |         |       |         |
| 18  | $\infty$ | 1.43   | 1.51680 | 64.20 | 各種フィルタ  |
| 19  | $\infty$ |        |         |       | 。       |

## 【 0 0 9 0 】

非球面：第 4 面

$$K = 0.0, A_4 = -3.65648 \times 10^{-4}, A_6 = -7.69868 \times 10^{-6}, A_8 = 3.21673 \times 10^{-7},$$

$$A_{10} = -2.69702 \times 10^{-8}, A_{12} = 6.39510 \times 10^{-10}, A_{14} = 3.39873 \times 10^{-12},$$

$$A_{16} = -4.70104 \times 10^{-13}, A_{18} = 5.69704 \times 10^{-15}$$

非球面：第 9 面

$$K = 0.0, A_4 = -1.20418 \times 10^{-4}, A_6 = 4.09247 \times 10^{-7}, A_8 = -1.17777 \times 10^{-7},$$

$$A_{10} = 3.33202 \times 10^{-9}$$

非球面：第 15 面

$$K = 0.0, A_4 = 1.34801 \times 10^{-4}, A_6 = 2.11761 \times 10^{-5}, A_8 = -2.36142 \times 10^{-6},$$

$$A_{10} = 1.08818 \times 10^{-7}$$

非球面：第 16 面

$$K = 0.0, A_4 = 2.73069 \times 10^{-6}, A_6 = 4.04193 \times 10^{-6}, A_8 = -1.57711 \times 10^{-7},$$

$$A_{10} = 2.95910 \times 10^{-9}$$

## 【 0 0 9 1 】

## 可変間隔

|   | 短焦点端       | 中間焦点距離     | 長焦点端        |
|---|------------|------------|-------------|
|   | $f = 5.97$ | $f = 9.17$ | $f = 14.07$ |
| A | 15.083     | 6.475      | 1.929       |
| B | 4.341      | 7.749      | 15.776      |
| C | 4.095      | 4.671      | 2.898       |

## 【0092】

条件のパラメータの数値

$$D_4/L_1 = 0.345$$

$$(N_{1-3} - N_{1-4}) = 0.029$$

$$(\nu_{1-4} - \nu_{1-3}) = 17.2$$

$$(N_{2-2} - N_{2-3}) = 0.226$$

$$(\nu_{2-3} - \nu_{2-2}) = 36.56$$

$$\{(1/r_{2-1F}) + (1/r_{2-2F}) + (1/r_{2-2R})\} \times Y' = 1.80$$

$$(L_{PN}/L_2) = 0.526$$

## 【0093】

図1～図4に順次、上記実施例1～4のズームレンズの構成断面図を示す。これらの図において、符号Iは第1群、符号IIは第2群、符号IIIは第3群、符号Sは絞りを示し、符号FLは「各種フィルタ」を示している。

## 【0094】

図5～図7に順次、実施例1に関する短焦点端・中間焦点距離・長焦点端における収差曲線図を示す。図8～図10に順次、実施例2に関する短焦点端・中間焦点距離・長焦点端における収差曲線図を示す。図11～図13に順次、実施例3に関する短焦点端・中間焦点距離・長焦点端における収差曲線図を示す。図14～図16に順次、実施例4に関する短焦点端・中間焦点距離・長焦点端における収差曲線図を示す。

## 【0095】

これら収差曲線図に見られるとおり、各実施例とも、短焦点端における半画角は39度以上が達成されたとともに収差が十分に補正され、300万～600万

画素の受光素子に対応することが可能となっている。また、十分な小型化が達成され、非常に良好な像性能を確保できている。

#### 【0096】

##### 【発明の実施の形態】

図17および図18を参照して、携帯情報端末装置としてのカメラ装置の実施の形態を説明する。

図17の(a)、(b)は正面側と上部面とを示す図、(c)は背面側を示す図である。カメラ装置30は、撮影レンズ31として、上に説明した請求項1～15の任意の1に記載のズームレンズ（より具体的には、例えば、上記実施例1～4の適宜のもの）を「撮影用ズームレンズ」として有する。

#### 【0097】

図17(a)において、符号32はフラッシュ、符号33はファインダを示す。ズームレバー34とシャッターボタン35は、本体の上面側に配置されている。

図17(b)は撮影レンズ31の使用状態を示す図である。

撮影レンズ31は、使用されないときは、図17(a)に示すように、カメラ装置本体に「沈胴式」に収納される。ズームレンズの上記各実施例とも、レンズ枚数が9枚と少なく、第2群の厚さも小さいので、沈胴式に収納すると薄いカメラ本体内に収納できる。

#### 【0098】

図17(c)に示すように、電源スイッチ36、操作ボタン37、液晶モニター38はカメラ装置本体の背面側に配置され、通信カード用スロット39Aと、メモ리카ードスロット39Bは、本体側面に配置されている。

#### 【0099】

図18は、カメラ装置の「システム構造」を示す図である。カメラ装置30は携帯情報端末装置である。図18に示すように、カメラ装置30は、撮影レンズ31と受光素子（エリアセンサ）45を有し、撮影レンズ31によって形成される撮影対象物の像を受光素子45によって読取るように構成され、受光素子45からの出力は中央演算装置40の制御を受ける信号処理装置42によって処理されてデジタル情報に変換される。即ち、カメラ装置30は「撮影画像をデジタル

情報とする機能」を有している。

#### 【0100】

信号処理装置 42 によってデジタル化された画像情報は、中央演算装置 40 の制御を受ける画像処理装置 41 において所定の画像処理を受けた後、半導体メモリ 44（前記メモリカードスロット 39B にセットされる）に記録される。液晶モニタ 38 には、撮影中の画像を表示することもできるし、半導体メモリ 44 に記録されている画像を表示することもできる。また、半導体メモリ 44 に記録した画像は、通信カード 43（前記通信カード用スロット 39A にセットされる）等を使用して外部へ送信することも可能である。

#### 【0101】

図 17（a）に示すように、撮影レンズ 31 は、カメラ装置 30 の携帯時には「沈胴状態」にあり、ユーザが電源スイッチ 36 を操作して電源を入れると、図 17（b）に示すように鏡胴が繰り出される。このとき、鏡胴内部でズームレンズの各群は、例えば「短焦点端の配置」となっており、ズームレバー 34 を操作することで各群の配置が変化して長焦点端への変倍を行うことができる。このとき、ファインダ 33 も撮影レンズの画角変化に連動して変倍する。

#### 【0102】

シャッターボタン 35 の「半押し」によりフォーカシングがなされる。フォーカシングは、第 1 群もしくは第 3 群、あるいは受光素子の移動によって行うことができる。シャッターボタン 35 を、半押し状態からさらに押し込むと撮影がなされ、その後は上記の「画像情報処理」が実行される。

#### 【0103】

半導体メモリ 44 に記録した画像を液晶モニタ 38 に表示したり、通信カード 43 等を使用して外部へ送信する場合は、操作ボタン 37 の操作により行なう。

撮影レンズ 31 として、実施例 1～4 の任意のものを使用すると、これらは性能良好であるので、受光素子 45 として、300 万画素～600 万画素クラスのものを使用した高画質で小型のカメラ装置（携帯情報端末装置）を実現できる。

#### 【0104】

#### 【発明の効果】



以上に説明したように、この発明によれば、新規なズームレンズとカメラ装置を実現できる。この発明のズームレンズは、上記の如く、十分に小型で、38度以上の半画角という広画角を実現でき、しかも高性能であり300万～600万画素の撮像素子に対応した解像力を実現可能である。従って、このズームレンズをカメラ機能部の撮影光学系として使用することにより、小型・高画質のカメラ装置（携帯情報端末装置等）を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

実施例1のズームレンズの構成を示す断面図である。

【図2】

実施例2のズームレンズの構成を示す断面図である。

【図3】

実施例3のズームレンズの構成を示す断面図である。

【図4】

実施例4のズームレンズの構成を示す断面図である。

【図5】

実施例1のズームレンズの短焦点端における収差曲線図である。

【図6】

実施例1のズームレンズの中間焦点距離における収差曲線図である。

【図7】

実施例1のズームレンズの長焦点端における収差曲線図である。

【図8】

実施例2のズームレンズの短焦点端における収差曲線図である。

【図9】

実施例2のズームレンズの中間焦点距離における収差曲線図である。

【図10】

実施例2のズームレンズの長焦点端における収差曲線図である。

【図11】

実施例3のズームレンズの短焦点端における収差曲線図である。

## 【図 12】

実施例 3 のズームレンズの中間焦点距離における収差曲線図である。

## 【図 13】

実施例 3 のズームレンズの長焦点端における収差曲線図である。

## 【図 14】

実施例 4 のズームレンズの短焦点端における収差曲線図である。

## 【図 15】

実施例 4 のズームレンズの中間焦点距離における収差曲線図である。

## 【図 16】

実施例 4 のズームレンズの長焦点端における収差曲線図である。

## 【図 17】

カメラ装置（携帯情報端末装置）の実施の 1 形態を示す外観図である。

## 【図 18】

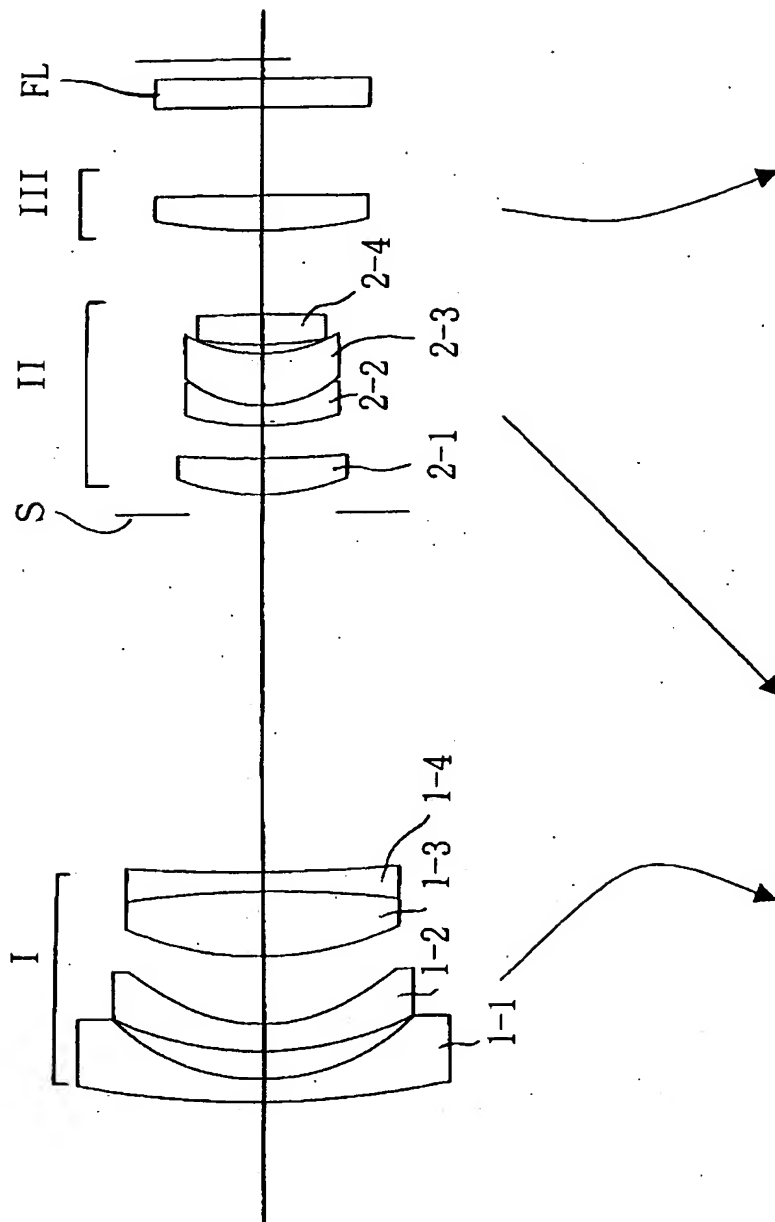
図 29 のカメラ装置のシステム構造を示す図である。

## 【符号の説明】

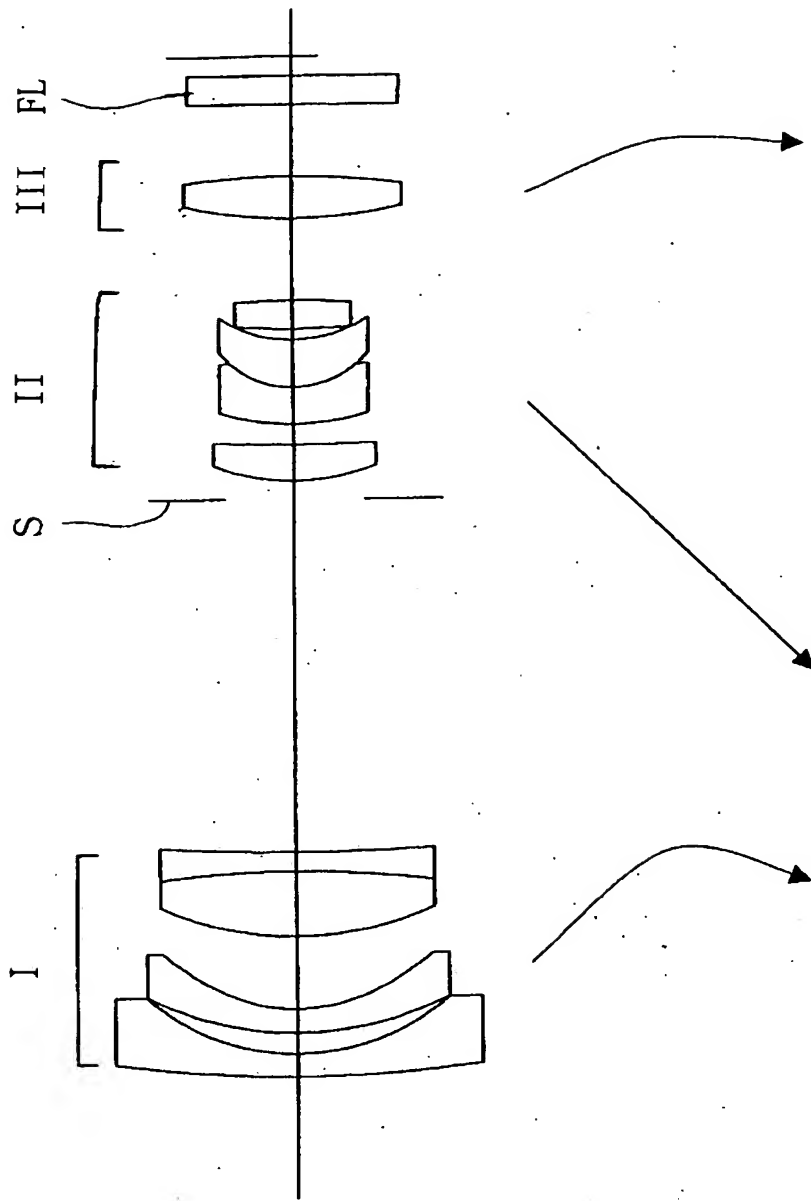
|       |        |
|-------|--------|
| I     | 第 1 群  |
| I I   | 第 2 群  |
| I I I | 第 3 群  |
| S     | 絞り     |
| F     | 各種フィルタ |

【書類名】 図面

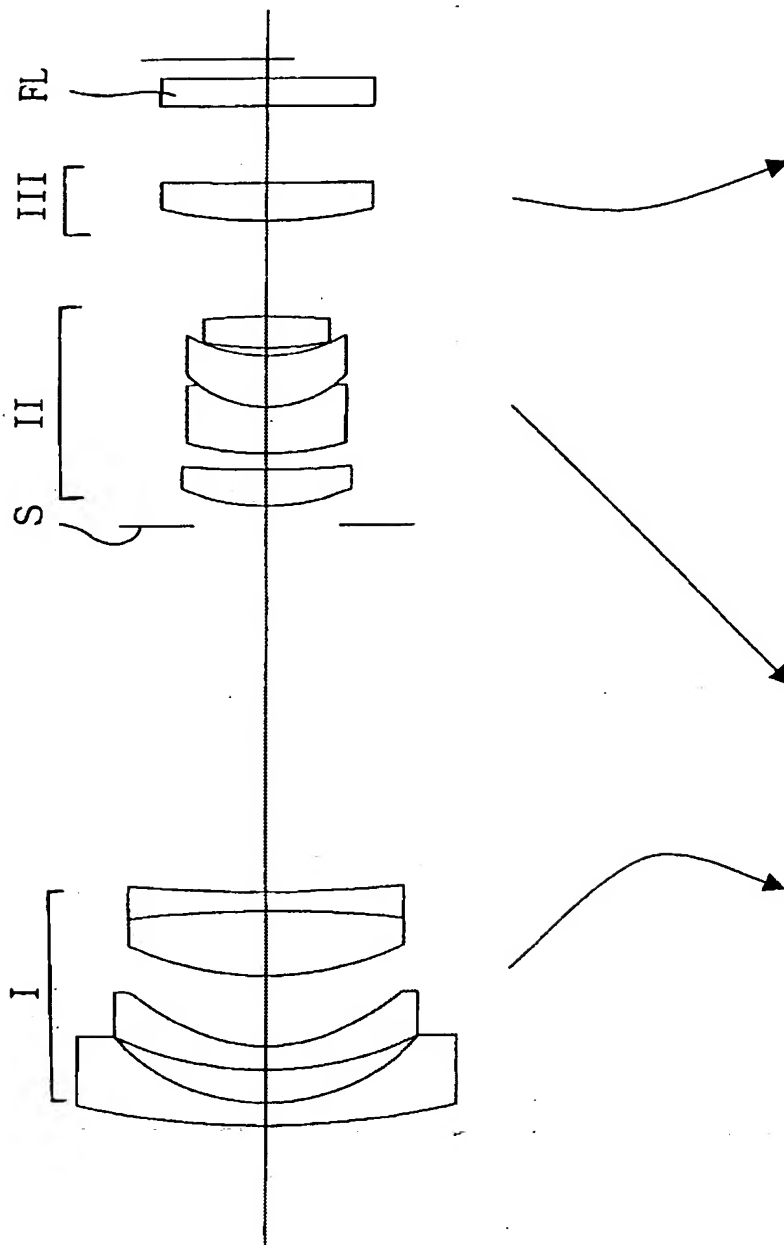
【図 1】



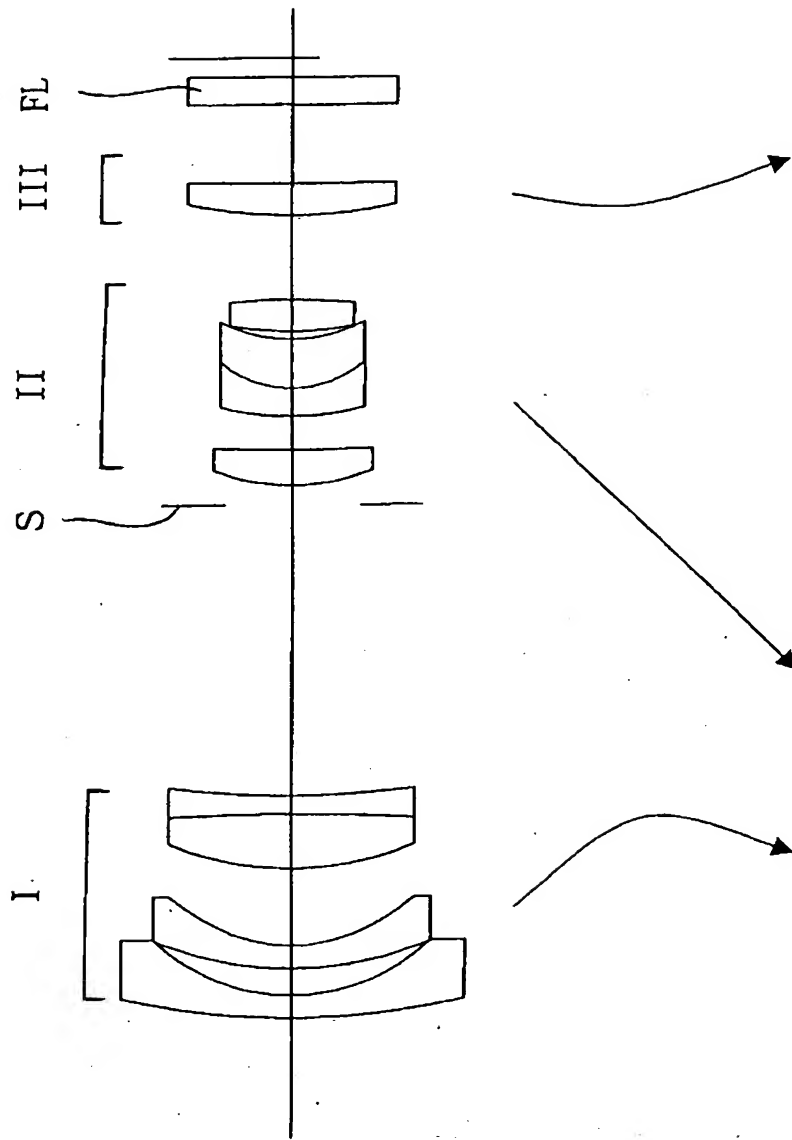
【図 2】



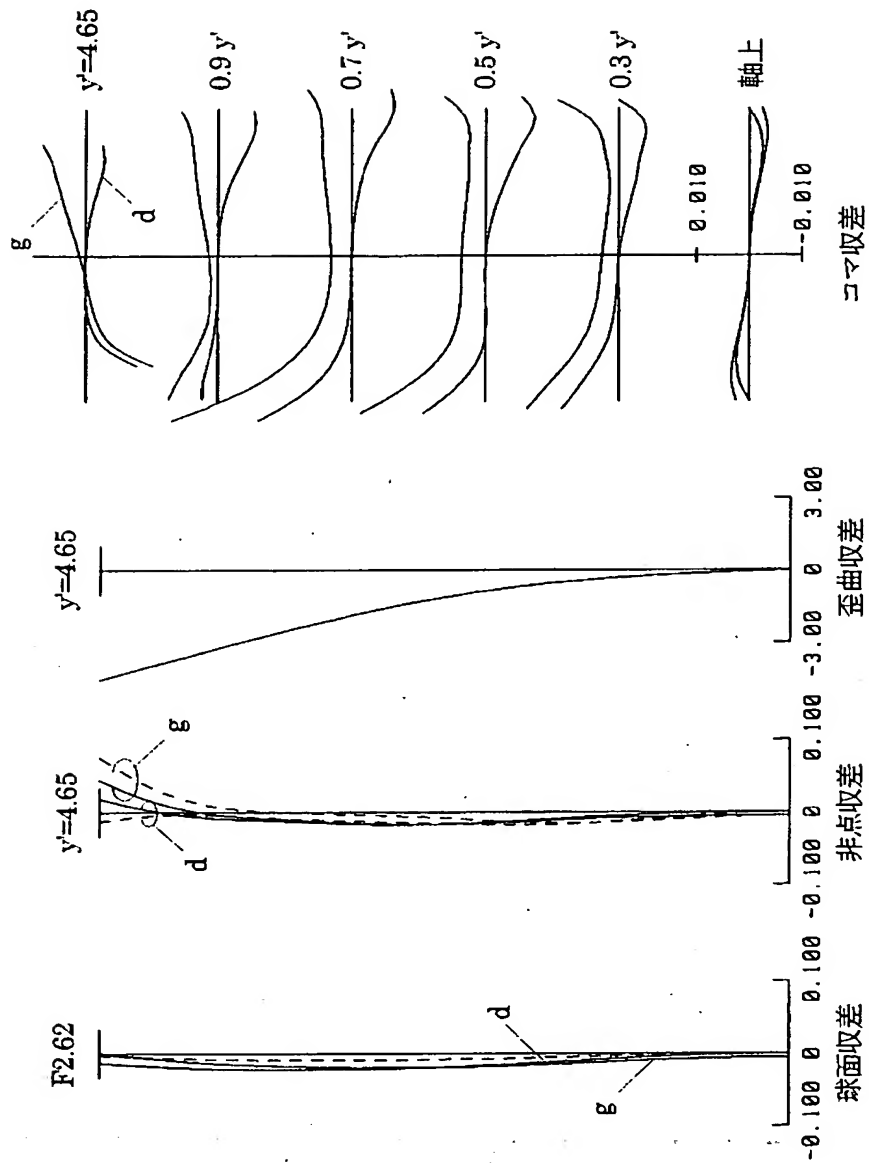
【図 3】



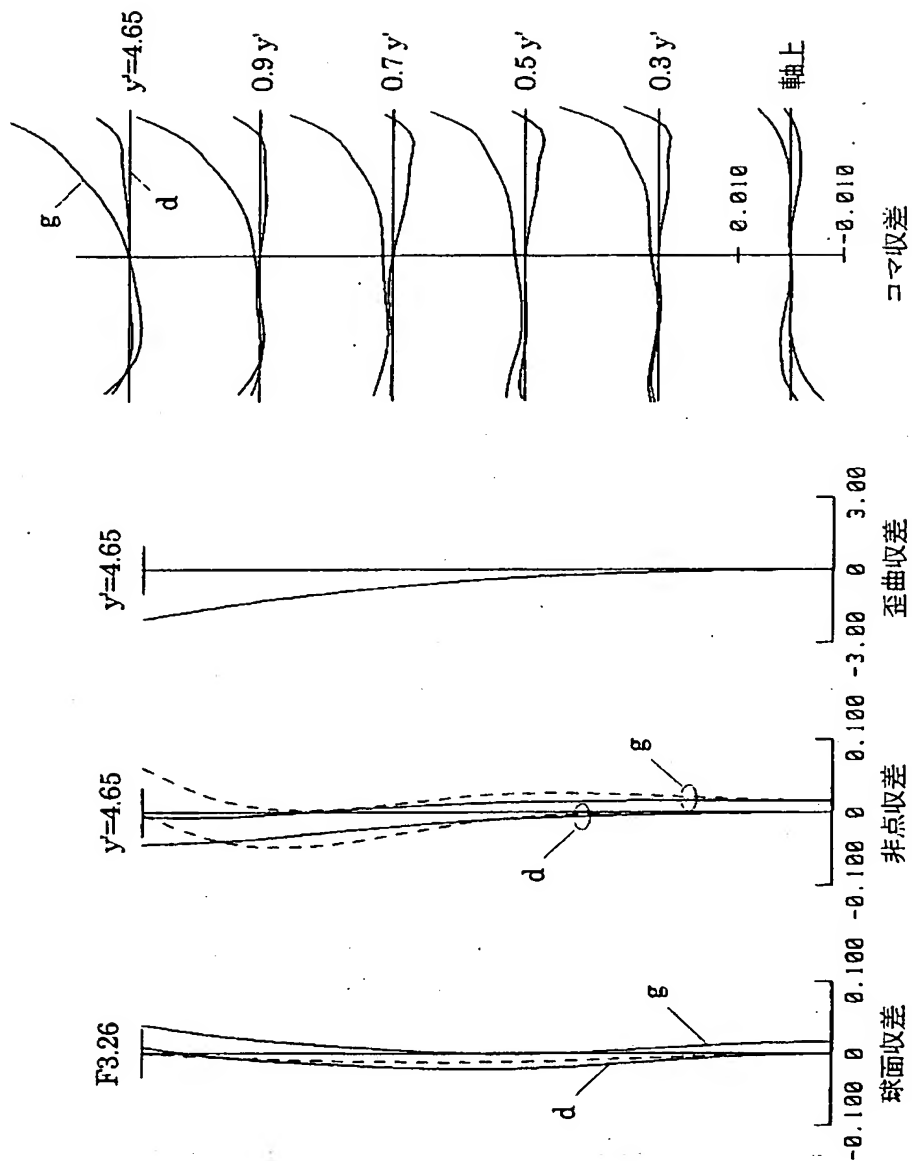
【図 4】



【図 5】

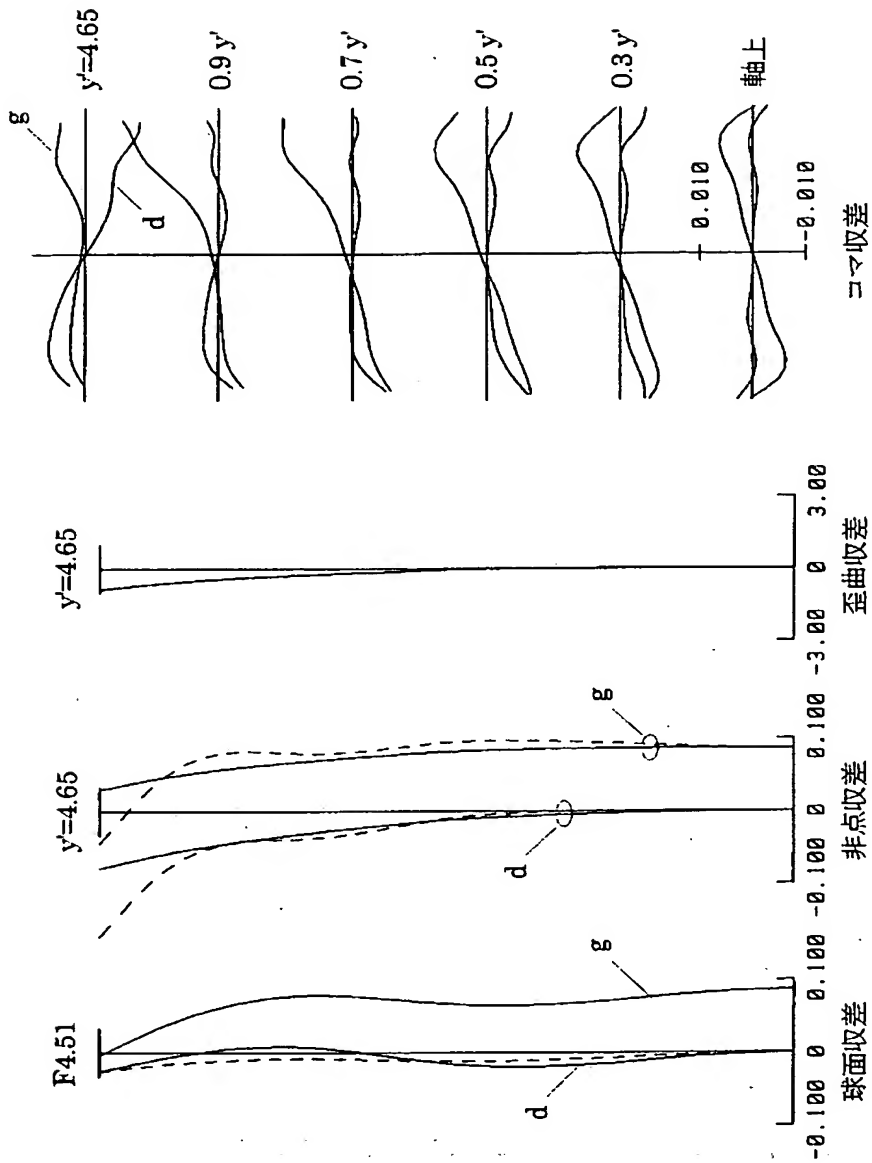


【図6】

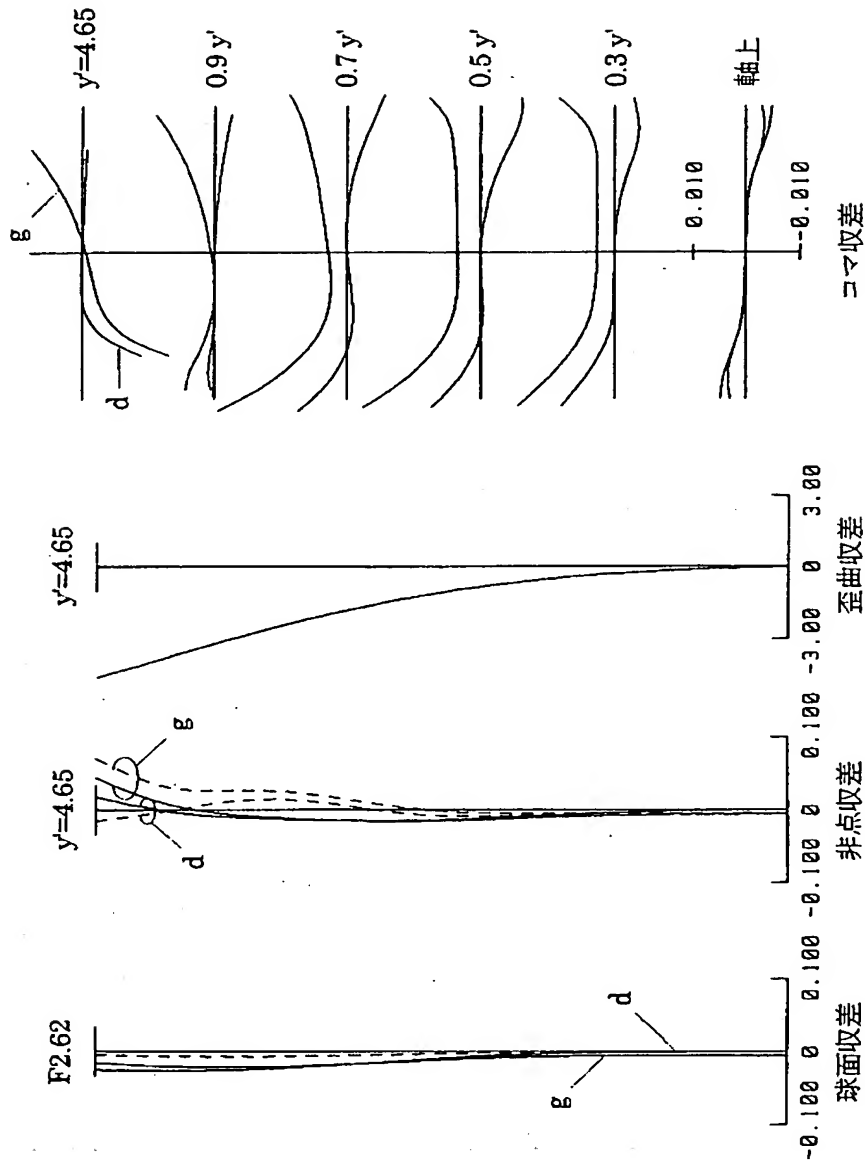




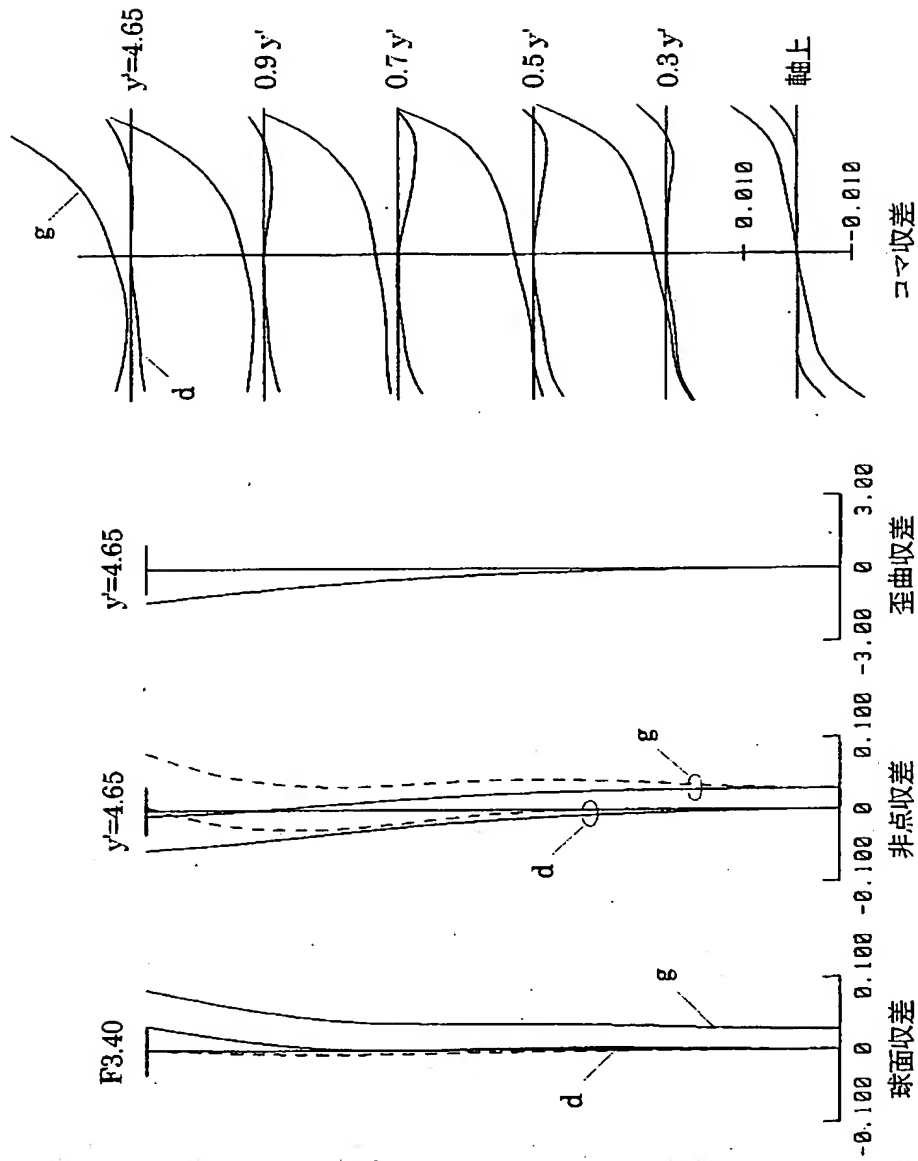
【図 7】



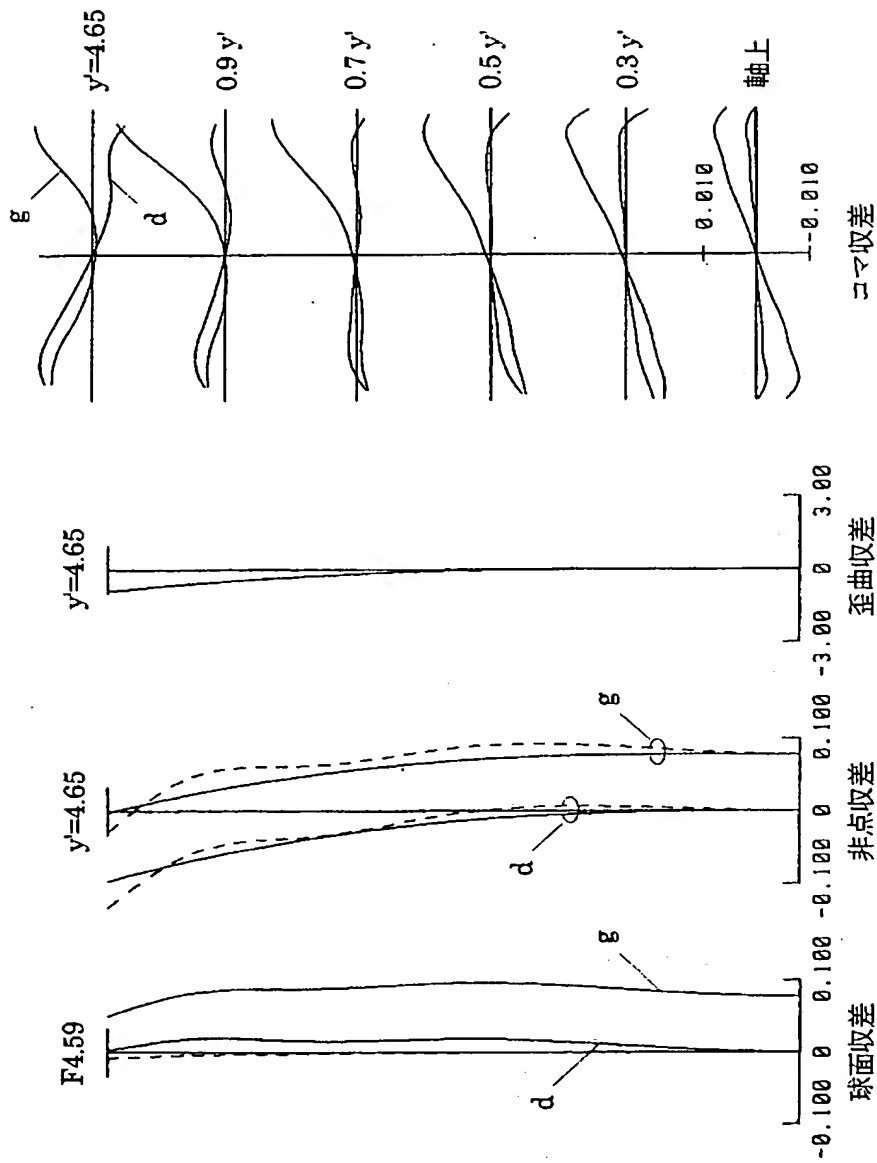
【图 8】



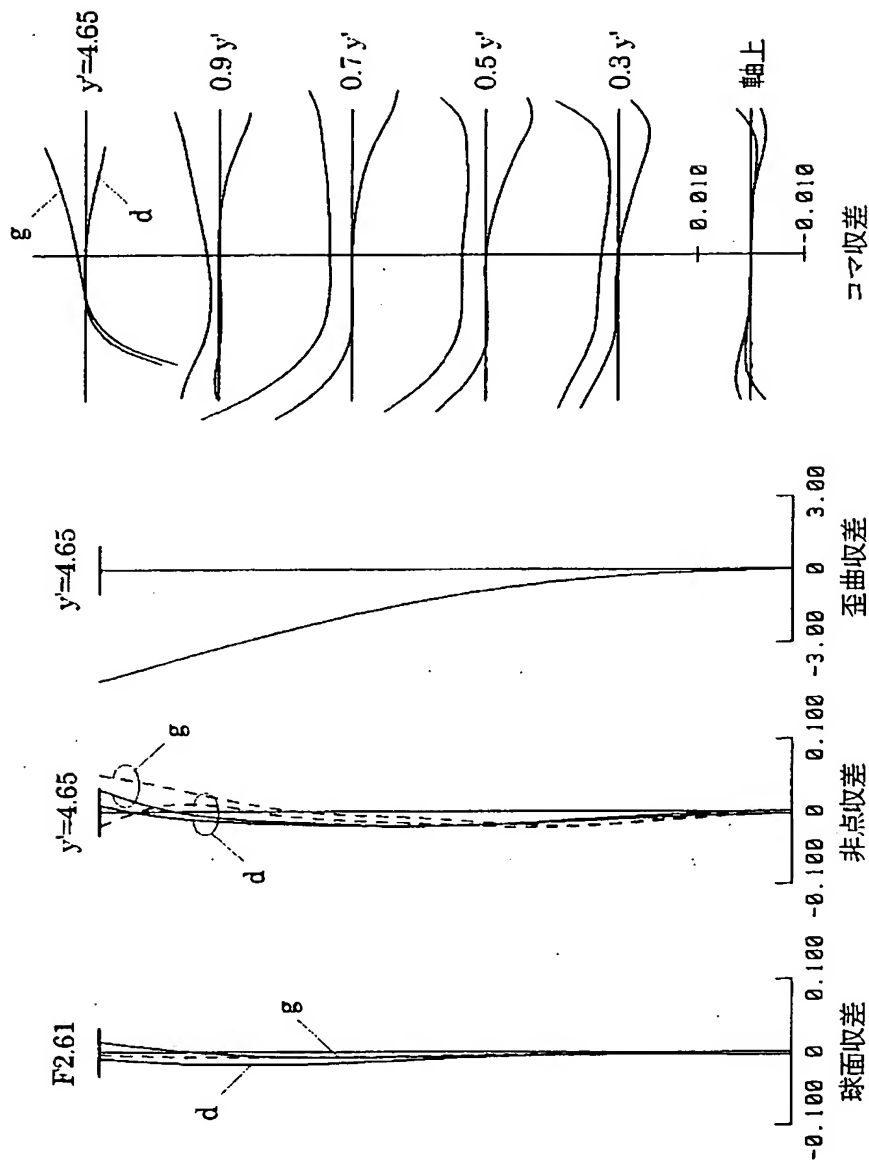
【図 9】



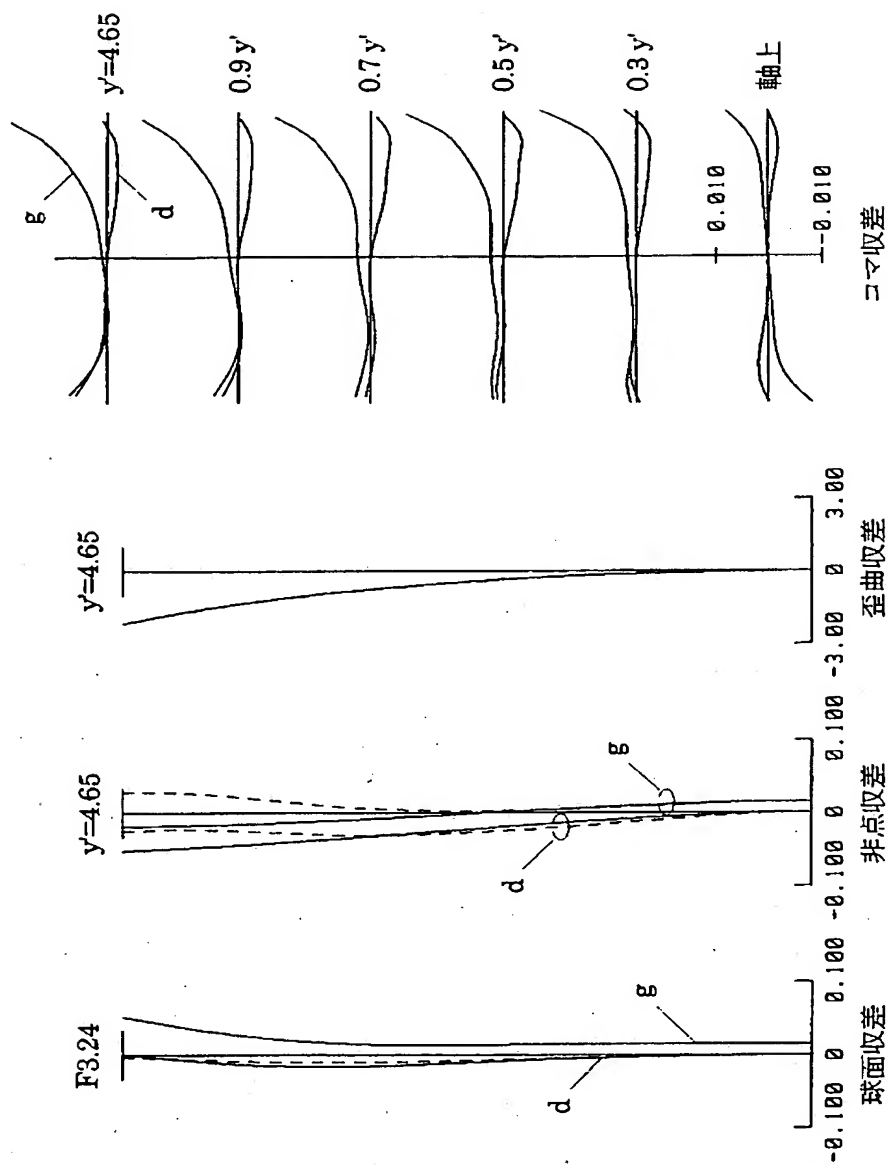
【図 10】



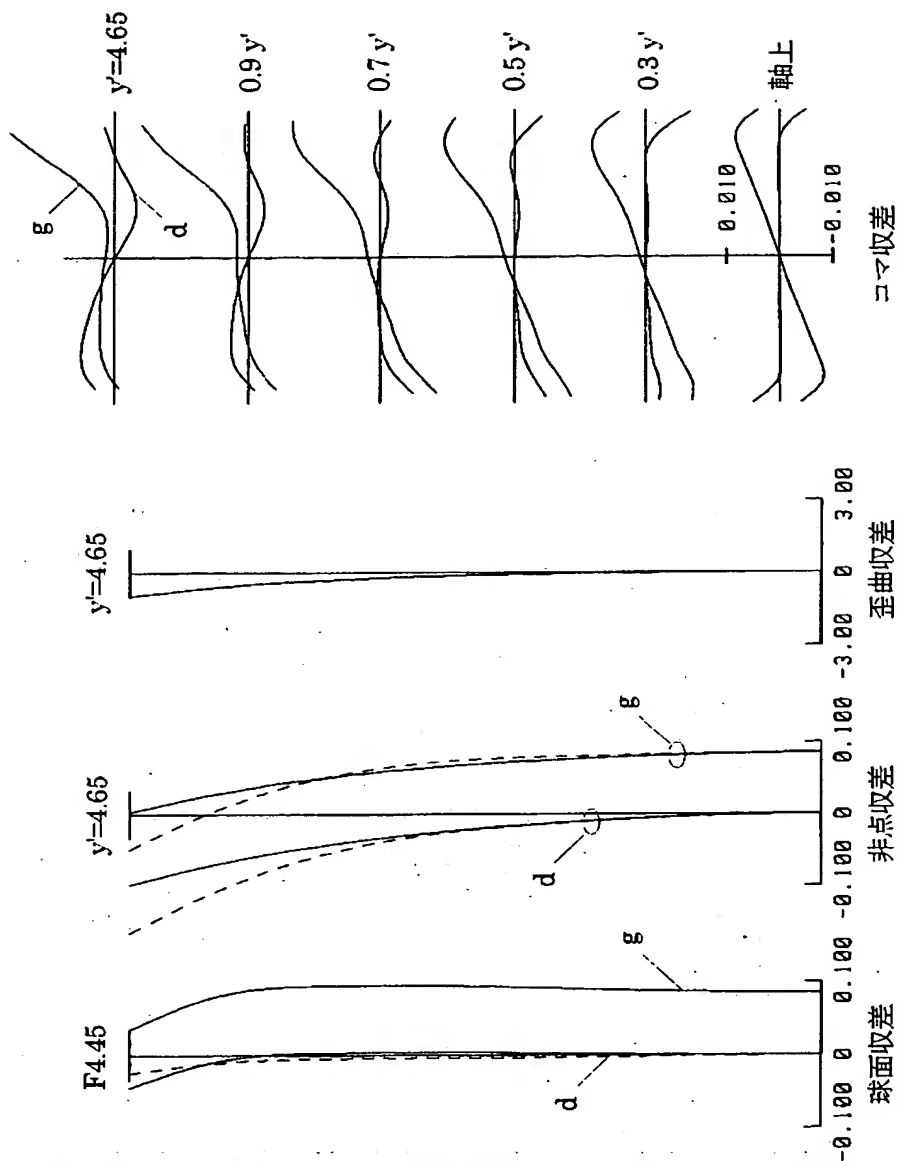
【図 11】



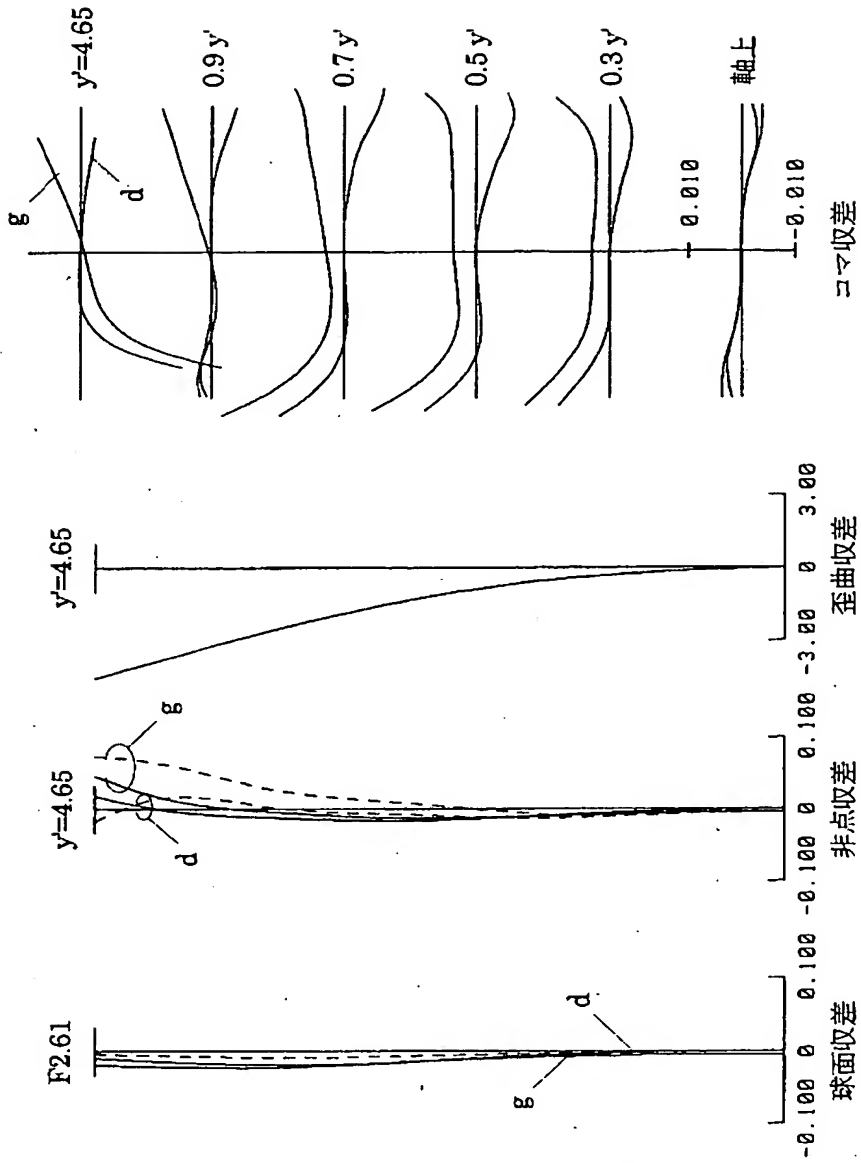
【図 12】



【図 13】

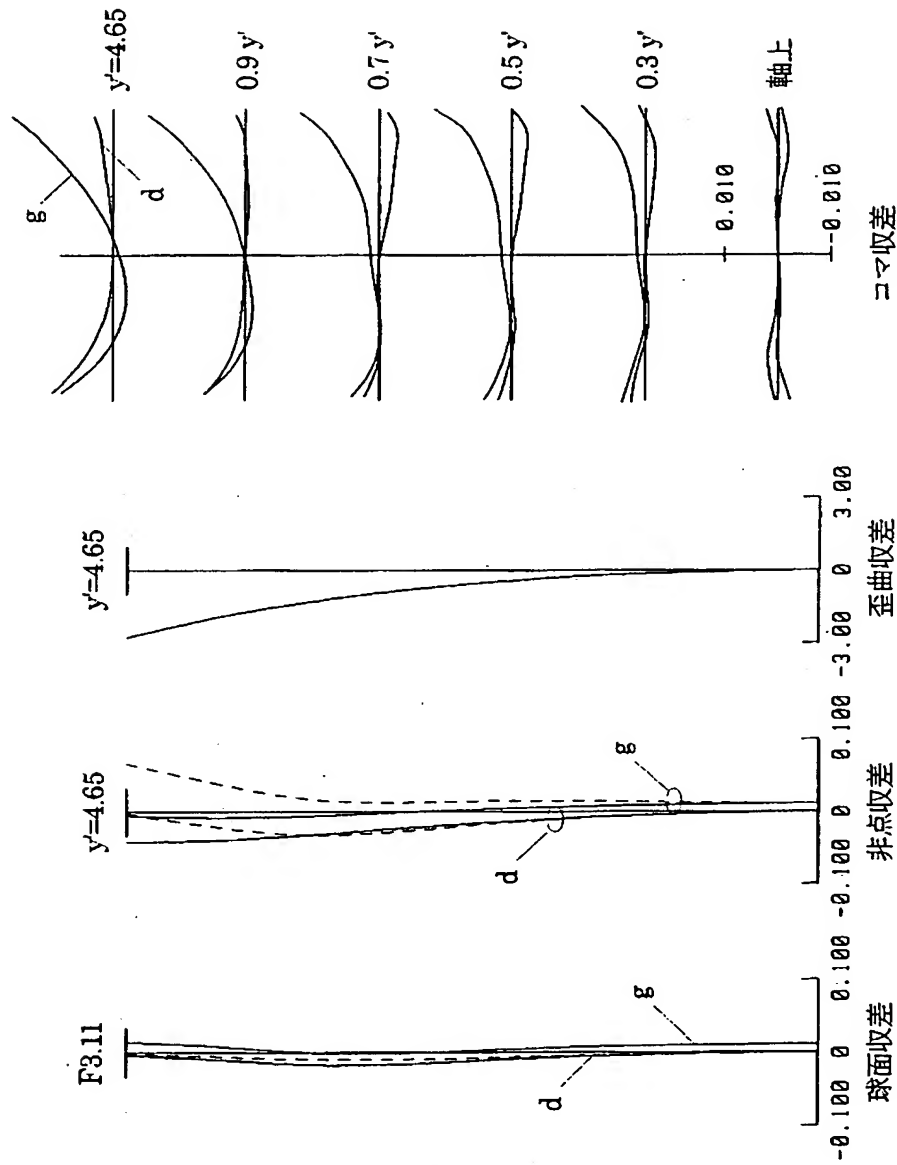


【図 14】

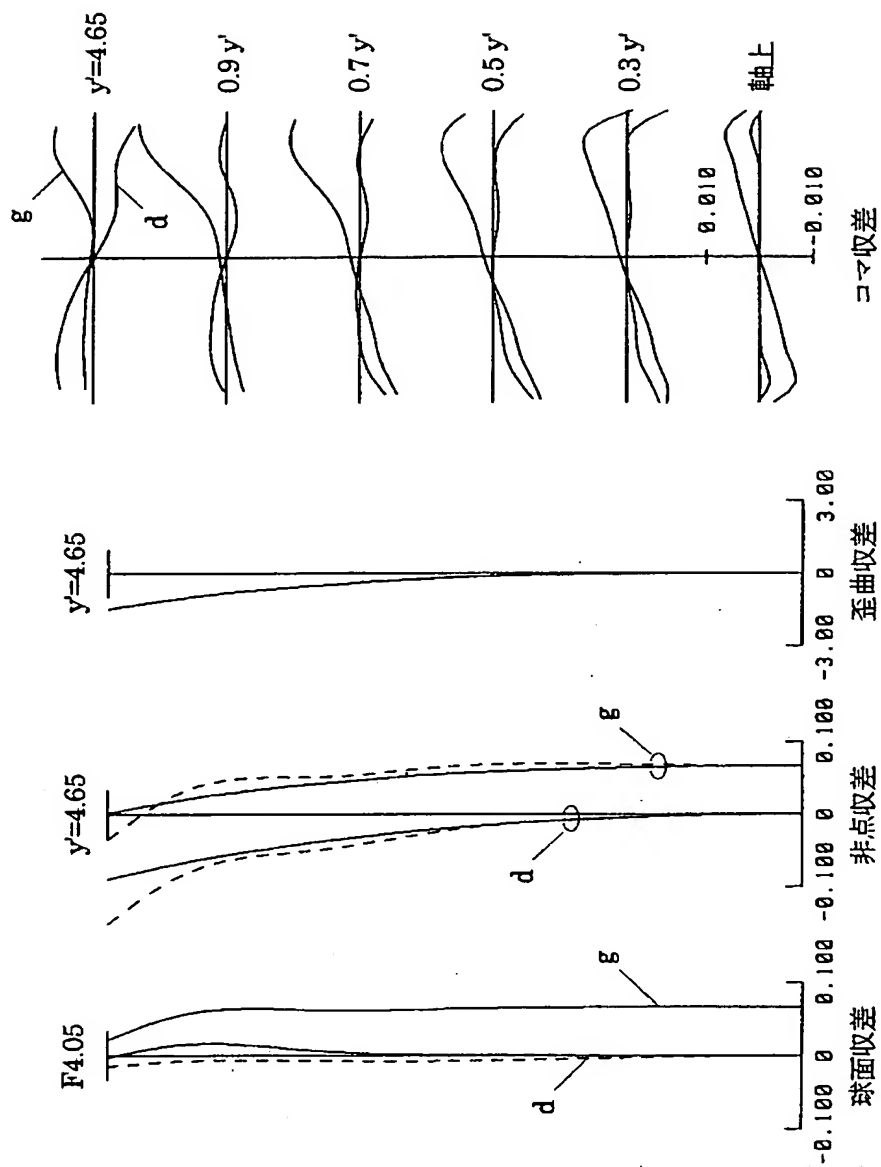




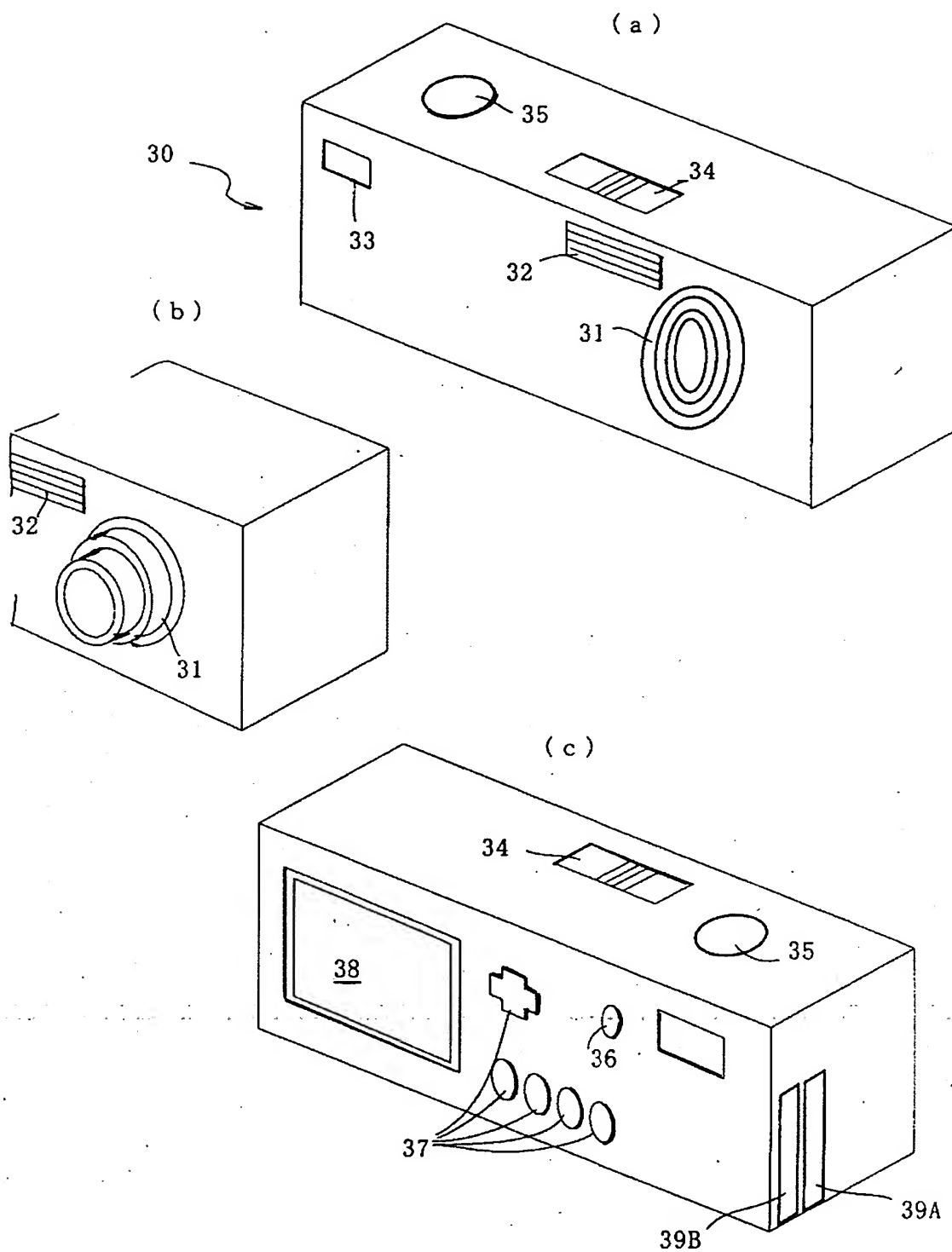
【図 15】



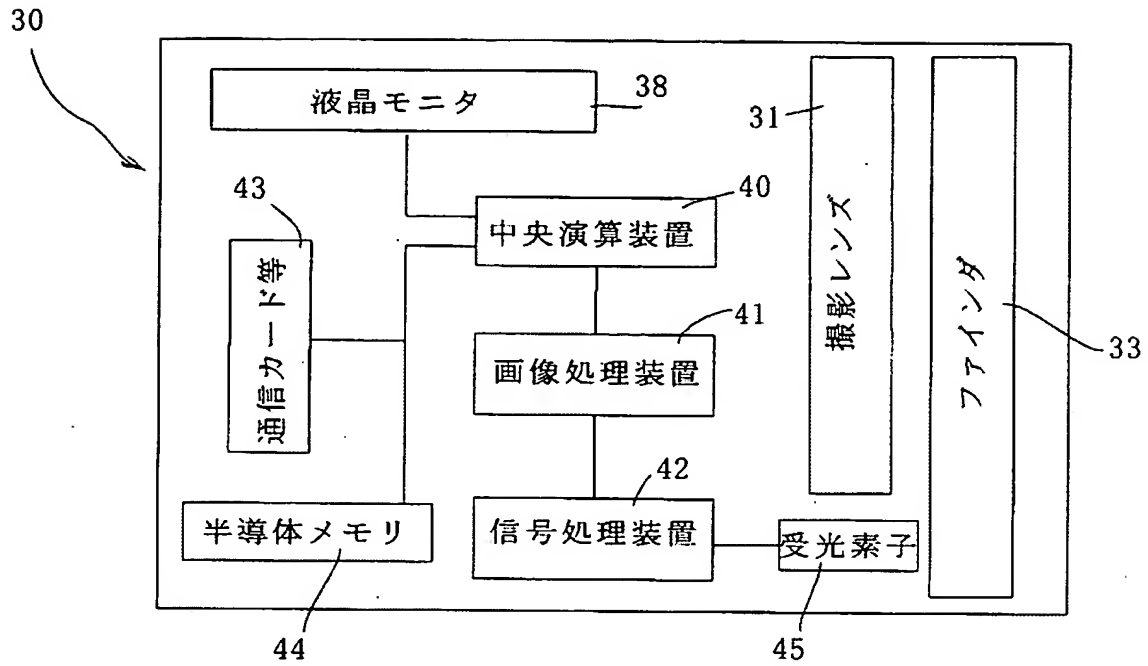
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 小型でありながら、300万～600万画素の撮像素子に対応した解像力を実現でき、広角端における半画角：38度以上の高性能・広画角のズームレンズを実現する。

【解決手段】 物体側から順に、負の焦点距離を持つ第1群I、正の焦点距離を持つ第2群II、正の焦点距離を持つ第3群IIIを配し、第2群の物体側に、第2群と一体に移動する絞りSを有してなり、短焦点端から長焦点端への変倍に際し、第2群が像側から物体側へ単調に移動し、第1群が変倍に伴う像面位置の変動を補正するように移動するズームレンズにおいて、第1群Iが物体側から順に、少なくとも1枚の像側に凹面を向けた負メニスカスレンズ1-1、1-2、両凸レンズ1-3、この両凸レンズに接合された両凹レンズ1-4を有する。

【選択図】 図1

特願 2003-022254

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[000006747]

1. 変更年月日

2002年 5月17日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

氏 名

株式会社リコー

